

## INDICE

### ESPECIFICACIONES TECNICAS REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

1. CONDICIONES GENERALES Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS.
  2. NORMAS Y REQUISITOS TECNICOS GENERALES.
  3. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA PLANTA DIESEL..
  4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS TRANSFORMADORES.
  5. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CABLES ELECTRICOS.
  6. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE POSTES DE CONCRETO.
  7. ESPECIFICACIONES TECNICAS SISTEMA PUESTA A TIERRA.
  8. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS TABLEROS ELECTRICOS E INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS.
  9. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA ALUMBRADO EXTERIOR.
  10. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA INSTALACIONES INTERIORES.
  11. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA SUBESTACIONES ELECTRICAS.
  12. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA LINEAS DE MEDIA TENSION.
  13. CUADRO DE CANTIDADES DE OBRA.
  14. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION Y MONTAJE.
  15. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS DE BOMBEO.
  16. ESPECIFICACIONES GENERALES - TRANSFORMADOR.
- NORMAS TECNICAS ACUEDUCTO TOLEMAIDA - INSTALACION ELECTRICA.
- FUNCIONAMIENTO EQUIPO DE BOMBEO - TOLEMAIDA.

**CONDICIONES GENERALES Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

**CONTENIDO**

1. GENERALIDADES.
- 1.1 ALCANCE.
- 1.2 PERSONAL DEL CONTRATISTA.
- 1.3 ENTREGA DE LAS INSTALACIONES.
- 1.4 NORMAS TECNICAS.

## CONDICIONES GENERALES Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

### 1. GENERALIDADES.

El presente documento contiene el alcance de los suministros, obras técnicas a ejecutar, equipos y materiales que se instalarán , así como la descripción de las especificaciones para montaje o instalación de los mismos equipos y materiales. Además junto con los planos eléctricos forman parte integral y complementaria para la ejecución del sistema eléctrico y de instalaciones afines.

Cualquier detalle que se muestre en los planos y no figure en las especificaciones o que se muestre en éstas y no aparezca en los planos tendrá tanta validez como si se presentase en ambos documentos. La Dirección de Ingenieros, vigilará las instalaciones eléctricas en lo referente a suministro e instalación, a fin de que sean ejecutadas las obras de acuerdo a los planos respectivos y con sujeción a las normas establecidas para tal fin.

Si durante la ejecución de los trabajos se hace necesario hacer modificaciones que afecten el proyecto original, éstos deben ser presentados por el Contratista a la Dirección de Ingenieros y aprobadas por el Interventor. Dichas reformas deben incorporarse en el plano general de la instalación proyectada

Estos equipos y materiales serán suministrados, transportados, instalados, probados y puestos en servicio por el Contratista, conforme a las normas y condiciones consignadas en estos documentos y los planos anexos.

#### 1.1 ALCANCE.

Básicamente el Proyecto está integrado por los sistemas que se describen en forma general, cuyo alcance se estima en los cuadros de cantidades de obra.

El alcance de los trabajos comprende: la revisión de mano de obra, la dirección técnica, el suministro de los materiales, equipo y herramientas necesarias para llevar a cabo la totalidad de las instalaciones que especifiquen los planos respectivos.

Será de responsabilidad del Contratista ejecutar la prueba, ajuste y puesta en servicio de la totalidad de las instalaciones eléctricas. El Contratista deberá llevar a cabo la coordinación de los trabajos y la entrega oficial de las instalaciones al Delegado o Interventor debidamente asignado por la Dirección de Ingenieros.

#### 1.2 PERSONAL DEL CONTRATISTA.

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

Todo el personal empleado por el Contratista para la ejecución de la obra eléctrica, deberá ser competente en su oficio y especializado en su ramo. El contratista mantendrá durante toda la duración de la obra eléctrica un supervisor electricista suficientemente sabedor de la materia, para atender todas las necesidades y requerimientos de la instalación debidamente matriculado y titulado para que supervigile el desarrollo de las distintas fases técnicas del trabajo.

### **1.3 ENTREGA DE LAS INSTALACIONES.**

Las instalaciones eléctricas objeto del contrato serán oficialmente recibidas por la Interventoría de las obras, en conjunto con un representante de la Unidad beneficiada , y además llevará el visto bueno de un Ingeniero Electricista de la Dirección de Ingenieros, cuando el total de ellas se encuentre funcionando en perfectas condiciones, se hayan balanceado debidamente los circuitos y estén ajustados todos los dispositivos de protección.

Como requisito previo para el recibo de las instalaciones el contratista deberá entregar a la interventoría la siguiente documentación:

- a. Un juego completo de planos según “obra realizada” o ejecutada
- b. Dos copias del Manual de operación y mantenimiento de las subestaciones de energía (Se debe dejar una copia plastificada en un sitio visible al interior del local de la subestación, así como también el diagrama unifilar, describiendo claramente todas las partes que componen el sistema eléctrico y la corriente máxima de falla a tierra, que debe ser entregada por el Operador de Red en la conexión principal de la Unidad).
- b. Un informe escrito o copia dura de los siguientes ensayos o pruebas realizadas a los sistemas constructivos de acuerdo al RETIE ( Resolución No 18 0398 del 7 de abril de 2004):
  - ?? Medición de la resistencia de puesta a tierra de la malla principal
  - ?? Medición de tensiones de paso y contacto
  - ?? Medición de la resistencia de aislamiento de los diferentes componentes del sistema de media tensión (cables antes y después de colocar los terminales preformados, celdas, transformadores, etc)
- c. Documentos relacionados con los productos y equipos empleados:
  - ?? Certificado de conformidad del CIDET vigente antes de su instalación.
  - ?? Protocolos de pruebas y garantía de funcionamiento de los transformadores de distribución y potencia según norma ICONTEC 1358.
  - ?? Certificado de garantía de fabricación y funcionamiento de los equipos ( 5 años de consecución de repuestos en el país y 2 años por funcionamiento).

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

- ?? Certificados de ensayo y calibración de los transformadores de medición de intensidad y potencial de un laboratorio reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio y por la Administración de Intercambios Comerciales.
- ?? Certificado de calibración del medidor de energía efectuado por un laboratorio reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio y por la Administración de Intercambios Comerciales.
- ?? Pruebas y ensayos de aislamiento de las celdas con sus seccionadores

#### **1.4 NORMAS TECNICAS.**

Para la construcción y montaje de la obra contratada, el contratista deberá ceñirse en todo a las normas de seguridad, tanto en el aspecto militar como la parte técnica lo impone, y muy especialmente a las especificaciones impartidas por la Dirección de Ingenieros, normas que acepta y declara que las conoce suficientemente bien.

En los trabajos de mantenimiento y construcción de redes de media y baja tensión, se incluye de acuerdo a la índole de la tarea y salvo indicaciones contrarias al ítem: colocación de vallas de protección, cintas reflectivas rodeando el área de trabajo, puentes o pasos provisionales para el flujo peatonal y vehicular, rotura de andén de cualquier tipo, depósito del material de excavación en cajones que proveerá el Contratista, para recoger los escombros y tierra extraídos durante la excavación, cimentación de postes con suministro del concreto (si se indica) limpieza y retiro de sobrantes de la excavación y de los materiales retirados, y la reposición de tierra o relleno faltante, estarán a cargo y cuenta del Contratista. En la obra en lo posible no debe causar obstáculo al tránsito vehicular ni peatonal.

La ejecución de las maniobras requeridas, como suspensión de servicio y demás trabajos necesarios para el mantenimiento o construcción de líneas tanto en media como en baja tensión, deberá ser coordinada previamente con el Comandante de la Unidad y con la empresa de energía de la región cuando fuere necesario.

En los cuadros de cantidades y precios se indican los ítems de obra, los equipos y la cantidad estimada de materiales que el Contratista deberá suministrar e instalar.

Sin embargo, el Contratista deberá, mediante los planos anexos y su propia experiencia, calcular directamente las cantidades de equipos, materiales y obra, así como todos aquellos y accesorios que sean necesarios o que faciliten el desarrollo del proyecto.

Se describe a continuación en forma general el alcance para el Contratista, quien para cada caso debe suministrar, transportar hasta el sitio de la obra, proporcionar la mano de obra y herramientas, instalar, conectar, hacer pruebas y poner en servicio a satisfacción de la Interventoría, los equipos y materiales necesarios para poner en marcha los sistemas descritos a continuación.

## NORMAS Y REQUISITOS TECNICOS GENERALES

### CONTENIDO

<b>NUMERAL</b>	<b>DESCRIPCION</b>
2.	GENERALIDADES.
2.1	NORMAS.
2.2	REQUISITOS TECNICOS GENERALES.
2.2.1	MATERIALES Y SUMINISTROS.
2.2.2	INSTALACIONES Y MONTAJE.

## NORMAS Y REQUISITOS TECNICOS GENERALES

### 2. GENERALIDADES.

Se describen las normas técnicas de equipos, materiales y requisitos técnicos generales que se utilizarán en el proyecto.

Estos equipos y materiales serán suministrados, transportados, instalados, probados y puestos en servicio por el Contratista, conforme a las normas y condiciones consignadas en estos documentos y los planos anexos.

Los equipos y materiales que se suministren en relación con este proyecto, así como la instalación de los mismos, deberán cumplir con las normas aquí indicadas y con las especificaciones y requisitos exigidos en este documento. En caso de discrepancia entre las normas mencionadas y las especificaciones, la Interventoría definirá cuál se aplicará.

### 2.1 NORMAS.

En estas especificaciones se han utilizado normas y recomendaciones expedidas por instituciones nacionales e internacionales, entre las que se cuentan:

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC).
- Normas de construcción de redes aéreas y subterráneas de CODENSA.
- Normas de distribución y líneas de media tensión del ICEL.
- American National Standards Institute (ANSI).
- American Society for Testing and Materials (ASTM).
- Institute of Electrical and Electronics Engineers, U.S.A.. (IEEE).
- National Electrical Manufacture Association, USA. (NEMA).
- Insulated Cable Enginners Association, USA.. (ICEA).
- National Fire Protection Association, USA. (NFPA).
- Underwriters Laboratories, USA (UL).
- National Electrical Code, USA. (NEC).
- International Standard Organization (ISO).

- International Electrotechnical Commission (IEC)
- Deutsches Institut fur Normung (VDE)

## **2.2 REQUISITOS TECNICOS GENERALES.**

El proponente o contratista debe considerar además de las normas y estas especificaciones algunos aspectos generales para el desarrollo del proyecto.

### **2.2.1 MATERIALES Y SUMINISTROS (Certificado de conformidad CIDET ).**

Todos los equipos, materiales y componentes deberán ser de alta calidad, nuevos, de fabricación reciente, libres de defectos e imperfecciones, es decir totalmente nuevos y cumplir con los requisitos detallados en estas especificaciones.

Deberán ser de larga vida, soportar las variaciones de temperatura, con amplios factores de seguridad y características adecuadas para operar en los sitios donde se instalarán.

Deberán ser producidos por fabricantes de reconocido prestigio con aplicación de las normas correspondientes para cada caso, presentando a la Interventoría, información detallada sobre los materiales y equipos con su marca, descripción, tipo, modelo, número de catálogo, para que imparta su aprobación y corrobore que los materiales a instalar cumplan con las características técnicas y especificadas en la oferta.

Deberán tener las mejores características de ventilación, funcionamiento, disposición, eficiencia, fácil inspección, mantenimiento, reparación y estar de acuerdo con las mejores prácticas de la ingeniería.

No se permitirá el uso de equipos o materiales que hayan sido reparados o usados (La interventoría solicitará las facturas de los proveedores).

Todos los equipos eléctricos deberán ser completamente tropicalizados y se debe evitar el uso de materiales que puedan favorecer el crecimiento de hongos u otros parásitos o que estén sujetos a daños por humedad.

### **2.2.2 INSTALACION Y MONTAJE.**

Los trabajos de montaje y las obras de instalaciones eléctricas deberán cumplir con la norma ICONTEC 2050, las instrucciones del fabricante de los equipos, las normas de construcción de CODENSA, ICEL (IPSE), ELECTRICARIBE y las demás normas vigentes y aplicables.

Además del alcance indicado en este documento y los planos anexos el Contratista debe considerar todos los trabajos y obras que de acuerdo con su experiencia, se requieran para el buen desarrollo del proyecto.

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION  
DOCUMENTO INTERNO DE LA DIRECCION DE INGENIEROS  
Fecha de emisión 16 de Mayo de 2005  
Versión 00

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TRANSFORMADORES

### CONTENIDO

NUMERAL	DESCRIPCION
4.	OBJETO.
4.1	GENERALIDADES.
4.2	NORMAS.
4.3	DISEÑO Y NORMALIZACION.
4.4	INSPECCION.
4.5	ESPECIFICACIONES TECNICAS.
4.5.1	NUCLEOS.
4.5.2	DEVANADOS.
4.5.3	NIVELES DE AISLAMIENTO.
4.5.4	GRUPO DE CONEXION.
4.5.5	CAMBIADOR DE TOMAS.
4.5.6	BUJES TERMINALES.
4.5.7	ACEITE.
4.5.8	TEMPERATURA Y REFRIGERACION.
4.5.9	INDICADORES DE NIVEL DE ACEITE.
4.5.10	NIVEL DE SONIDO AUDIBLE.
4.5.11	PRUEBAS.
4.5.12	PLACA DE CARACTERISTICAS.
4.5.13	TANQUE.
4.5.14	CONEXION A TIERRA.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

- 4.5.15           DISPOSITIVOS PARA IZAJE.
- 4.5.16           ACCESORIOS.
- 4.5.17           PINTURA.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TRANSFORMADORES

### 4. OBJETO.

Diseño, fabricación, pruebas en fábrica, suministro, transporte, montaje, pruebas en el sitio y puesta en servicio de transformadores de distribución de 13.200 o 13.800/220-127, 460 Voltios , de potencia de 34.500 o 44.000/13.200/13.800 voltios, sumergidos en aceite, de diferentes capacidades.

### 4.1 GENERALIDADES.

La función y características de los transformadores que se utilizarán son:

- Transformadores trifásicos de distribución de 15 KVA, 30 KVA, 45 KVA, 75 KVA, 112,5 kVA, 150 kVA o 225 KVA -13.200 o 13.800/220-127 voltios, 60 Hz, para alimentar las diferentes cargas de acuerdo a los sitios donde esta indicado en los planos.
- Transformadores trifásicos de potencia de 300 KVA, 400 KVA, 650 KVA y 2 MVA, 34.500 o 44.000/ 13.800 o 13.200 voltios, 60 Hz, para alimentar las diferentes cargas de acuerdo a los sitios donde esta indicado en los planos.

Las capacidades de diseño para el proyecto planeado en cada sector, se indican en los planos correspondientes.

El suministro debe comprender los componentes que se relacionan en los siguientes numerales de este documento:

### 4.2 NORMAS.

Además de la aplicación de las normas generales ya indicadas, aplicables al diseño, fabricación y pruebas, se deben considerar las siguientes normas específicas.

Los transformadores deberán ser diseñados y fabricados de acuerdo con lo establecido en las normas ICONTEC y en la norma ANSI 57.12

Pueden emplearse otras normas como las VDE o DIN siempre y cuando se ajusten a lo solicitado en el presente documento.

El aceite debe cumplir con las normas ASTM D 117 y D 1040 y especialmente con la D 3487 Tipo II de mayor resistencia a la oxidación. El aceite debe ser libre de PCB'S.

#### **4.3 DISEÑO Y NORMALIZACION.**

El equipo cumplirá con las recomendaciones de la IEC y con normas americanas ANSI, ASTM, NEMA, IPCEA, ISO, y otros no inferiores en las especificaciones técnicas.

Si el proponente desea emplear materiales cuyas especificaciones normales son equivalentes a aquellas que se mencionaron, enviará a la Dirección de Ingenieros, para aprobación, el texto de los artículos específicos de las normas que se propone aplicar a determinada parte del suministro.

El transformador será diseñado para facilitar la inspección, la limpieza, las reparaciones y una operación en la cual la continuidad del servicio es la principal consideración. Todos los aparatos serán diseñados para asegurar la operación satisfactoria bajo las condiciones atmosféricas que prevalecen en los sitios.

El transformador y sus partes correspondientes suministradas, serán nuevas, de la mejor calidad y de la clase más adecuada para trabajar bajo las condiciones específicas, serán apropiados para resistir las variaciones de temperatura, las condiciones atmosféricas y de trabajo que se presenten, sin ningún deterioro.

Todas las conexiones y contactos eléctricos serán de sección amplia para soportar continuamente las corrientes de trabajo sin calentamiento indebido. Serán aseguradas con pernos o tornillos de presión de sección amplia y diseñadas para operar sin vibración indebida y con el menor ruido posible.

Todas las superficies de unión metálica y todas las superficies móviles, de fricción y desgaste serán maquinadas o esmeriladas, las partes correspondientes se harán de modo que se ajusten y serán intercambiables en cuanto sea posible, en todo el equipo suministrado bajo el contrato.

#### **4.4 INSPECCION.**

Todos los materiales y equipos podrán someterse a inspección y prueba por parte de la Interventoría de la Dirección de Ingenieros, en cualquier tiempo, antes de la aceptación final.

La inspección y aceptación final se hará después de 90 días contados a partir de la fecha de las pruebas definitivas.

El costo de todos los ajustes, correcciones, sustituciones, etc. que ocurran durante el montaje de los equipos y que sean superiores a lo requerido normalmente, será determinado por la Empresa de Energía correspondiente y cargado a la cuenta del Contratista.

#### **4.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS.**

El transformador elevador (0.220 o 0.460/13.2 KV) debe ser diseñado para elevar la tensión de generación de las plantas diesel y suministrar energía eléctrica a la red de media tensión, los transformadores de distribución (13.2/0, 220 o 0.460 KV) para conectarlos al sistema trifásico o bifásico de 13.2 KV o 13,8 kV, 60 Hz y suministrar energía a la red de baja tensión.

Se indican los requisitos técnicos específicos para el diseño, fabricación, pruebas, entrega en sitio y puesta en funcionamiento de transformadores trifásicos requeridos.

Cualquier omisión de estas especificaciones en la descripción de algún componente o requerimiento, no exonera al Contratista de su responsabilidad de entregar el equipo completo en todos sus aspectos, plena y satisfactoriamente operables.

Los transformadores deberán ser trifásicos o bifásicos según lo indicado en el diseño, sumergidos en aceite, para instalar a la intemperie y deben cumplir con los siguientes requisitos técnicos:

#### **4.5.1 NUCLEOS.**

Los núcleos de los transformadores deberán ser de acero al silicio orientado libre de fatiga por envejecimiento, baja pérdida por histéresis y alta permeabilidad magnética invariable con el tiempo.

El acero será laminado en frío, en hojas delgadas, debidamente cortadas y pulidas para asegurarse que las laminaciones queden libres de rebabas y puntas agudas. Cada hoja tendrá un revestimiento aislante resistente a la acción del aceite caliente.

Los núcleos serán armados cuidadosamente y serán engrapados rápidamente para evitar el desplazamiento de las hojas durante el transporte y también para reducir a un mínimo las vibraciones en las condiciones de operación. No se permitirá el empleo de materiales orgánicos para mantener unidas las laminaciones.

Todas las estructuras de fijación tendrán una resistencia mecánica adecuada, y ningún elemento de dichas estructuras sufrirá una deformación permanente. Las estructuras serán puestas rápidamente a tierra, para evitar potenciales electrostáticos. Los núcleos dispondrán de ganchos y otros dispositivos para levantarlos con las bobinas.

#### **4.5.2 DEVANADOS.**

Las bobinas de los devanados serán construidas en cobre electrolítico, compactas, formadas y aseguradas, teniendo en cuenta las expansiones y contracciones debidas a los cambios de temperatura, con el propósito de evitar raspaduras del aislamiento y suministrar resistencia al movimiento y a las fuerzas magnéticas producidas en condiciones de

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

operación normal. Los terminales deberán estar firmemente sujetos para evitar daños debido a la vibración.

El aislamiento de las bobinas deberá ser de clase "A", el barniz sólo será aplicado para protección mecánica y no para mejorar las propiedades dieléctricas.

Se proveerán barreras adecuadas entre los devanados y los núcleos y entre los devanados de alta y baja tensión. Todas las uniones que continuamente llevan corriente, excepto las uniones roscadas, serán soldadas con soldadura de plata, pueden emplearse conexiones pernadas o engrampadas en los bujes, cambiador de derivaciones o tapas terminales, procurando emplear dispositivos de fijación adecuados para evitar que las conexiones se aflojen.

En el diseño, la construcción, el tratamiento de los devanados y su montaje en los núcleos, se emplearán los últimos adelantos y la mejor práctica moderna.

Los devanados estarán diseñados en tal forma que los transformadores pueden suministrar los KVA nominales en cualquier posición del cambiador de derivación.

Los devanados deberán ser de cobre de alta conductividad eléctrica de secciones de conductor apropiadas para resistir las corrientes nominales y las de corto circuito durante fallas.

El neutro del lado de baja tensión de los transformadores debe ser capaz de soportar el 100% de la corriente de carga.

#### 4.5.3 NIVELES DE AISLAMIENTO.

Los devanados deberán tener los siguientes niveles de aislamiento a nivel del mar:

	MEDIA TENSION	BAJA TENSION
Clase de aislamiento KV.	13.2 o 13.8	0.6
Nivel de aislamiento KV BIL	95.0	10.0
Prueba frecuencia industrial KV.	36.0	2.5

Las distancias mínimas, en aire o encapsulado, a tierra y en partes vivas, deben estar de acuerdo con lo indicado en la Norma NEMA TR-1.

#### Capacidad de cortocircuito

Los devanados del transformador en condiciones normales de servicio deberán estar en capacidad de soportar tanto mecánica como térmicamente, una corriente de cortocircuito

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

mínima de 20 kA rms para una tensión de impedancia mínima de 5.75% de acuerdo con la Norma ANSI C 57. 12.10, tabla 4.

Los devanados deberán soportar, dentro de las limitaciones térmicas, la corriente de cortocircuito por lo menos durante cuatro segundos y la temperatura media resultante en éstos no deberá ser mayor de 250°C, Norma ICONTEC 532.

#### **4.5.4 Grupo de conexión.**

El grupo de conexión de los transformadores de distribución deber ser Dy5 si son trifásicos e lio si son monofásicos . No se emplearán transformadores monofilares, es decir donde se tiende solo el conductor de fase y donde el terreno es la única trayectoria tanto para las correintes de retorno como de falla.

#### **4.5.5 Cambiador de tomas.**

Los transformadores deberán ser equipados con un cambiador manual de derivaciones sobre el devanado de media tensión para operación sin carga. El cambiador deberá tener cinco posiciones con dos de éstas por debajo y dos por encima de la tensión nominal. Los pasos de tensión deberán tener un rango de variaciones de 2.5%.

La operación para cambio de posición del cambiador de derivaciones se deberá efectuar por medio de un dispositivo colocado en la parte externa del transformador que a la vez indique la posición . Por lo tanto, para efectuar la operación de conmutación, el transformador no deberá destaparse ni perder su hermeticidad.

El dispositivo indicará claramente cada una de las posiciones y la tensión correspondiente. El conmutador deberá ser construido para operación manual y en vacío. El mecanismo propio de conmutación deberá colocarse internamente dentro del tanque del transformador y sumergido en el aceite.

#### **4.5.6 Bujes terminales.**

Los transformadores de distribución deberán tener tres bujes idénticos entre sí en el lado de media tensión, calculados con base en la corriente nominal para 13.2 KV y cuatro bujes en el lado de baja tensión, también calculados con base en la corriente nominal para 208 V.

Todos los bujes deben cumplir con las normas y recomendaciones de IEEE 24.

Los bujes de media tensión deben estar fijos a la tapa y diseñados de tal manera que un aislador roto pueda ser reemplazado con facilidad. Los de baja tensión deben ir fijos al tanque del transformador.

Todos los bujes de media tensión deben ser equipados con terminales tipo pala, estañados, adecuados para hacer conexiones con terminales tipo pala de terminales premoldeados para conductores de cobre o aluminio, cuyos calibres varíen hasta 2/0 AWG. Los conectores del lado de baja tensión deberán ser tipo pala de acuerdo con la norma NEMA CC-1, 1975.

#### **4.5.7 Aceite.**

Los transformadores deben ser suministrados llenos de aceite. El aceite deberá ser mineral puro, de baja viscosidad, preparado y refinado especialmente para uso en transformadores, libre de humedad, ácidos, álcalis y compuestos sulfurados y de rigidez dieléctrica mínima de 150 KV/cm. No deberá formar depósitos en operación normal y debe cumplir con las normas de ASTM y en especial con las D 117 y D 1040.

#### **4.5.8 Temperatura y refrigeración.**

El aumento máximo de temperatura en el devanado no deberá exceder de 65°C. para una altura de 1.000 m y una temperatura ambiente máxima de 40°C, con el transformador a potencia y tensión nominal para la prueba de calentamiento.

Los transformadores serán sumergidos en baño de aceite, autorefrigerado, clase ONAN, aptos para ser montados en cubicles o a la intemperie.

#### **4.5.9 INDICADORES DE NIVEL DE ACEITE.**

El indicador de nivel de aceite será tipo mira instalado sobre el tanque.

#### **4.5.10 NIVEL DE SONIDO AUDIBLE.**

El nivel promedio de sonido audible del transformador a plena carga no deberá ser mayor de 80 decibeles a un metro de distancia del transformador.

#### **4.5.11 PRUEBAS.**

- Medición en relación de transformación.
- Comprobación de la polaridad, grupo de conexión y relación de fase.
- Medida de resistencia de los devanados a temperatura ambiente y a 75°C.
- Medida de impedancia. Tensión de cortocircuito a corriente nominal en la derivación principal.
- Medida de pérdidas de carga por cortocircuito a temperatura ambiente y a 75°C.
- Medida de corriente y pérdidas en vacío.
- Pruebas de tensión aplicada en los lados de alta y baja tensión.
- Prueba de tensión inducida.

Los resultados de las pruebas deberán consignarse en un protocolo de pruebas y suministrarse a la interventoría.

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

Si los resultados de las pruebas no son satisfactorios, los transformadores deben repararse y/o rediseñarse y someterse de nuevo a todas las pruebas por cuenta del Contratista. En este caso la Interventoría evaluará las causas y determinará sobre los plazos de entrega garantizados.

En caso de que las pérdidas eléctricas de los transformadores sean mayores que los valores garantizados, pero estén dentro de las tolerancias de aceptación señaladas en la Norma ANSI C 57, 12.00 o sea del 10% para las pérdidas en vacío y del 6% para las pérdidas totales, la Interventoría aceptará los transformadores. En caso de que las pérdidas sean mayores, los transformadores serán rechazados.

#### **4.5.12 PLACA DE CARACTERISTICAS.**

Los transformadores deberán tener una placa con leyendas en español, colocada en el exterior del tanque, la cual debe indicar las funciones y características tales como diagramas de conexiones, identificación de terminales, número de fases; capacidad en KVA, tensiones, corriente, identificación de tomas, diagrama vectorial, aumento de temperatura, impedancia en porcentaje, peso en kg, cantidad de aceite en litros y nombre del fabricante. La placa de características deberá fabricarse de un material resistente a la corrosión.

#### **4.5.13 TANQUE.**

El tanque y la tapa de los transformadores deberán ser de acero. La tapa deberá ir con tornillos, provista de empaque de un material que no se deteriore bajo la acción del aceite caliente y que no permita infiltraciones de humedad del medio ambiente hacia el interior del tanque. No se aceptan transformadores cuyas tapas estén soldadas al tanque.

La lámina a utilizar en la construcción del tanque deberá ser de un espesor tal que esté en capacidad de soportar todos los esfuerzos mecánicos originados por corrientes de cortocircuito o por el propio peso del transformador ya sea en posición estática o en condiciones dinámicas. Además deberá ser capaz de soportar una presión de vacío de por lo menos 0.65 kg/cm<sup>2</sup> sin que sufra deformación permanente.

Todas las uniones soldadas entre dos láminas deberán estar completamente pulidas, o sea que no deberán presentarse cordones de soldadura, ni asperezas, ni rugosidades, ni poros. Estas uniones deberán soportar un esfuerzo mínimo igual al 150% del esfuerzo máximo que soporta el material de la lámina.

#### **4.5.14 CONEXION A TIERRA**

La conexión a tierra del tanque consistirá de un colector externo tipo pala con hueco apto para recibir cable de cobre desnudo de hasta 2/0 AWG, el cual deberá ir instalado en la carcasa de los transformadores en forma rígida y permanente.

#### **4.5.15 DISPOSITIVOS PARA IZAJE.**

Los transformadores deberán estar equipados con orejas adecuadas para levantar los transformadores completos llenos de aceite.

#### **4.5.16 ACCESORIOS.**

Todos los accesorios incluidos en los transformadores deberán estar completamente fijos, ya sea al tanque o a la tapa, de acuerdo con el diseño mismo de los transformadores.

#### **4.5.17 PINTURA.**

Todas las superficies metálicas deberán limpiarse completamente antes de pintarse. La superficie interior del tanque debe ser terminada con una capa de pintura especial que no se degrade con el aceite caliente ni lo contamine, que sea resistente al aceite a una temperatura de por lo menos 105°C. Las superficies exteriores deberán llevar dos capas de pintura anticorrosiva y tres capas de pintura para acabado.

El color será gris plata mate. En el tanque y en forma visible deberán marcarse e identificarse las fases y voltajes, tanto por el lado de media como de baja tensión, además indicar en letra de molde de 4" de alto, los niveles de tensión y capacidad del transformador.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CABLES ELECTRICOS

### CONTENIDO

<b>NUMERAL</b>	<b>DESCRIPCION</b>
5.	OBJETO.
5.1	GENERALIDADES.
5.2	NORMAS.
5.3	ESPECIFICACIONES TECNICAS.
5.3.1	CONDUCTORES.
5.3.2	AISLAMIENTO.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CABLES ELECTRICOS

### 5. OBJETO.

Diseño, fabricación, pruebas en fábrica, suministro, transporte, montaje, pruebas en el sitio y puesta en servicio de: cables de cobre aislado XLPE para 15 KV para instalación aérea y subterránea – cable de aluminio ACSR semiaislado o ecológico para líneas de media tensión – cable de cobre aislado THWN o aluminio ACSR aislado para 600 Voltios THWN para instalación aérea y subterránea - conductor de cobre desnudo para puestas a tierra y neutro de circuitos de distribución -

#### 5.1 GENERALIDADES.

Los cables se utilizarán en los circuitos de distribución de media y baja tensión aérea y subterránea, para acometidas y alumbrado, los cuales alimentarán las redes de media tensión y las cargas interiores y exteriores de las edificaciones de la Unidad.

Los conductores aislados y desnudos a utilizar serán de cobre o aluminio ACSR o AAAC, según las indicaciones mostradas en los planos.

En cobre monopolar aislado No. 2 o 1/0 AWG, XLPE, clase 15 KV, 100% de aislamiento, en instalación subterránea para entrada y salida de la línea de media tensión entre la subestación encapsulada en casa de planta eléctrica y la red de media tensión o en cruces subterráneos para salvar obstáculos.

En cobre monopolar en cobre aislado para 600 V, THWN, para las acometidas y salidas subterráneas de baja tensión, para las acometidas aéreas y subterráneas de las diferentes edificaciones, para alumbrado de deslumbramiento, para la distribución en las instalaciones interiores y para las derivaciones de cada luminaria o reflector.

En cobre desnudo cableado tipo B para la malla de puesta a tierra de la subestación, las derivaciones para conexión a tierra de los equipos y estructuras, la puesta a tierra de los tableros de distribución, la puesta a tierra del sistema de protección por pararrayos y el conductor para coser todas las ducterías de PVC y bancos de ductos.

En cobre desnudo cableado tipo A para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica.

En aluminio ACSR semiaislado o ecológico (aislamiento en una o dos capas tipo K para 600 voltios) y el ACSR o AAAC desnudo para los circuitos de distribución aérea de media tensión 13.2 KV, 34.5 kV o 44 kV.

En aluminio ACSR o AAAC desnudo para los circuitos de distribución aérea en las líneas de baja tensión de acuerdo a las indicaciones en los planos.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

En aluminio conductores múltiplex autoportados (trenzados) : fases aisladas en XLPE 90°C cableadas entre sí con un conductor neutro portante ACSR desnudo para los circuitos de distribución aérea en las líneas de baja tensión de acuerdo a las indicaciones en los planos.

En aluminio conductores múltiplex (dúplex, tríplex o cuádruplex) autoportados (trenzados) : fases aisladas en polietileno cableadas entre sí, con un conductor neutro portante desnudo o recubierto AAAC para los circuitos de distribución aérea en las líneas de baja tensión de acuerdo a las indicaciones en los planos.

La conexión entre cobre y aluminio deberá hacerse con conectores bimetálicos y entre aluminio y aluminio con conectores de compresión especiales. En todos los casos las herramientas utilizadas deberán ser las adecuadas (ponchadoras con los dados apropiados).

Se deberán utilizar conductores o alambres de cobre aislados, de un solo hilo, hasta el calibre No. 8 excluido. Los calibres superiores deberán ser en cable aislado de siete hilos.

## 5.2 NORMAS.

Además de la aplicación de las normas generales ya indicadas, aplicables al diseño, fabricación y pruebas, se deben considerar las siguientes normas específicas.

ICONTEC 307	Cables concéntricos de cable duro, semiduro y blando para uso eléctrico.
ICONTEC 359	Alambres de cobre blando o recocidos desnudos de sección circular para uso eléctrico.
ICONTEC 1099	Alambres y cables aislados con material termoplástico para transmisión y distribución de energía eléctrica.
ICONTEC 2186	Alambres y cables aislados en polietileno reticular termoestable para transmisión y distribución de energía.
ICONTEC 2050	Código eléctrico nacional.

El suministro debe comprender los componentes relacionados inmediatamente.

## 5.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

### Conductores.

Los conductores de cobre a utilizar en la instalación eléctrica deben ser en cobre recocido blando de 99% de pureza mínima.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

La resistividad eléctrica a 20°C. no deberá ser mayor a 0.15328 ohmios-m y el trenzado debe ser clase B (7 hilos) para cables de calibres mayores al No. 8 AWG. Las áreas de la sección y los diámetros deberán estar de acuerdo con los requisitos de la tabla 2 de la Norma ANSI/ASTM B-8.

El conductor de aluminio será ACSR aislado 600 voltios para baja tensión y ACSR semiaislado o ecologico para media tensión. El aluminio utilizado deberá ser de la más alta calidad y para la fabricación se deberán tener en cuenta las Normas ICONTEC 308 y ASTM B-231.

Los cables se suministrarán en carretes fabricados con material apropiado de acuerdo con la Norma CSAC 49-1965 o cualquier otra norma debidamente aprobada y en longitudes que no presenten dificultad en el transporte, almacenamiento o montaje.

La longitud del cable se marcará en el carrete y se pintará una flecha que indique la dirección correcta del enrollado de los cables. También se indicará el calibre, tipo, cantidad y peso del conductor.

### 5.3.2 AISLAMIENTO.

El aislamiento para los cables de baja tensión que se utilizarán en un sistema de 227/120 Voltios, debe ser termoplástico PVC - para 600 Voltios, 90°C, tipo THWN , norma de fabricacio UL 83,NTC- ICONTEC 1332 -con un espesor promedio no menor al indicado en la tabla 7.4.1 de la Norma ICEA S-61-402.

Para cable de media tensión monopolar 15 KV o 36 kV- 90 grados - que se utilizará en un sistema 13.2 KV, 13.8 kV o 34.5 kV, el aislamiento será de polietileno reticulado XLPE para 15 KV o 36 kV y su espesor no debe ser menor a 2.92 mm. si se utiliza curado en seco y 4.45 mm. si se usa curado al vapor – norma de fabricación NTC-ICONTEC 2186.

Los cables de media tensión deben tener pantalla semiconductor sobre el conductor, con una resistividad máxima de 1.000 ohmios-m a 90°C. y un espesor no menor 0.0635 mm. y pantalla metálica colocada sobre el aislamiento en toda la longitud del cable en forma helicoidal y eléctricamente continua. La extrusión del aislamiento debe hacerse simultáneamente con las pantallas semiconductoras.

Los cables para uso subterráneo deberán tener una chaqueta de PVC, resistente a la abrasión durante el tendido, a la acción química de ácidos, álcalis y aceites y a prueba de humedad y su espesor no será menor que el especificado en la tabla 4-5 de la Norma ICEA S-66-524.

Los multiconductores para el control e indicación de la estación de bombeo, deben ser adecuados para el uso interior y a la intemperie. Deberán ser fabricados con aislamiento para 600 V ca. y cumplir con los requisitos de la Norma NEMA WC-5, numeral 7-4 para cables de control tipo A.

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

Los multiconductores deberán estar cubiertos con una chaqueta exterior de PVC de color negro. El espesor medio de la chaqueta no deberá ser menor que el indicado en la tabla 7.4.2 de la Norma ICEA S61-402. el espesor mínimo en cualquier punto, no deberá ser menor del 80% del valor dado en la tabla.

Para la conexión de las lámparas incandescentes o fluorescentes desde la caja de salida, se debe utilizar cable encauchetado 2 X 14 AWG., THWN, 600 V, 90°C, cableado Clase D.

El mínimo calibre que se utilizará en las instalaciones de alumbrado interior y de tomas es el No. 14 AWG.

Para las salidas de teléfonos se utilizará alambre de cobre suave, aislado en PVC o polietileno, en pares trenzados 2 No. 22 AWG. Para conexionado de citófonos se utilizará cable de cobre aislado, trenzado y apantallado No. 18 AWG.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE POSTES DE CONCRETO

### CONTENIDO

<b>NUMERAL</b>	<b>DESCRIPCION</b>
6.	OBJETO.
6.1	GENERALIDADES.
6.2	NORMAS.
6.3	ESPECIFICACIONES TECNICAS.
6.3.1	DISEÑO.
6.3.2	CONSTRUCCION.
6.3.3	MATERIALES.
6.3.4	TRANSPORTE Y MANEJO.
6.3.5	DEFLEXION.
6.3.6	IDENTIFICACION Y MARCAS.
6.3.7	PINTURA.
6.3.8	PRUEBAS.
6.4	FUNDACIONES Y EMPOTRAMIENTO DE POSTES.
6.5	VIGUETAS DE ANCLAJE.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE POSTES DE CONCRETO

### 6. DISEÑO.

Diseño, fabricación, pruebas en fábrica, suministro, transporte, montaje, pruebas en el sitio y puesta en servicio de postes en concreto centrifugado de 8, 9, 10, 12 y 14 m. de longitud.

#### 6.1 GENERALIDADES.

Los postes se utilizarán para soportar las redes de media y baja tensión, alumbrado y como elementos terminales de anclaje.

#### 6.2 NORMAS.

Además de la aplicación de las normas generales ya indicadas, aplicables al diseño, fabricación y pruebas, se deben considerar las siguientes normas específicas:

Los postes deberán ser fabricados de acuerdo con lo establecido en las Norma ICONTEC y en especial en la Norma ICONTEC 1329, postes de hormigón armado para líneas aéreas de distribución de energía eléctrica.

#### 6.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

##### 6.3.1 DISEÑO.

De acuerdo con el diseño mismo de los fabricantes, se pueden proponer otras normas diferentes a las aquí indicadas. En tal caso deberá adjuntarse a la propuesta una copia de la norma utilizada.

A solicitud de la Interventoría, antes de comenzar la fabricación de los postes el Contratista deberá presentar, para aprobación, dibujos detallados de la estructura interna de los postes donde se muestre claramente el tipo de armadura y número de varillas que la componen y su respectiva homologación ante la empresa de energía de la región

##### 6.3.2 CONSTRUCCION.

Los postes requeridos en su diferentes alturas y cargas de rupturas indicadas en el plano, pueden ser fabricados por los sistemas de hormigón centrifugado o vibrado, sección cilíndrica u octogonal, y los materiales empleados en su fabricación deberán ser: cemento portland, agregados minerales, agua y barras de refuerzo.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

Los postes deberán permanecer en la formaleta un período mínimo de 24 horas después del centrifugado. Al desencofrar se comprobará que no se hayan presentado desprendimientos de parte apreciable de la mezcla en el cuerpo del poste. El poste una vez desencofrado, deberá permanecer inmóvil un período mínimo de 7 días antes de ser izado o movido.

- Los postes a utilizar en las líneas de distribución deberán suministrarse con siete (7) agujeros destinados a la fijación de equipos. Estos deben ser cilíndricos de 20 mm. de diámetro. Perpendiculares al eje del poste y bien enrasados y acabados para que no se dificulte la colocación del equipo.
- Deben presentar un acabado uniforme y sus superficies externas deben ser lisas y no arenosas

### 6.3.3 MATERIALES.

Deberán cumplir con lo especificado en las siguientes normas:

#### **Cemento.**

- Especificaciones físicas y químicas que debe cumplir el cemento portland ICONTEC 121.
- Especificaciones químicas, cemento portland ICONTEC 131.

#### **Agregados.**

- Especificaciones de los agregados para hormigón ICONTEC 174.
- Agregados pétreos. Extracción y preparación de muestras ICONTEC 179.

#### **Barras de acero de refuerzo.**

- Barras lisas de acero al carbono para hormigón armado ICONTEC 161.
- Barras corrugadas de acero al carbono para hormigón armado ICONTEC 248.
- Alambre de acero para refuerzo de concreto ICONTEC 116.

#### **Cilindros de hormigón.**

- Ensayo de resistencia a la comprensión de cilindros normales de hormigón ICONTEC 673.

#### **Otros componentes.**

#### **Agua.**

Debe ser limpia, libre de sustancias que puedan afectar el hormigón, con un PH mínimo de 5.5.

#### **Arena.**

Deberá ser del tipo lavada de río, con un tamaño máximo de las partículas de 4.76 mm.

### **6.3.4 TRANSPORTE Y MANEJO.**

La operación del transporte del poste deberá ser efectuada con razonables precauciones para evitar que sufra golpes o sea sometido a esfuerzos que afecten su resistencia original.

Durante el cargue, transporte, descargue y colocación, los postes no deberán someterse a tensiones superiores a las que resulten de la aplicación del 50% de la carga de trabajo. Dichas tensiones no deberán actuar en forma continua por un lapso superior a las 24 horas.

Durante su manejo, el poste deberá suspenderse por dos puntos de tal manera que su deflexión sea mínima. Durante el izaje de los postes, las tensiones podrán ser del 100% de la carga de trabajo. Esta maniobra deberá ser realizada sin interrupciones y en el menor tiempo posible.

### **6.3.5 DEFLEXION.**

La deflexión o flecha máxima para la carga de trabajo no deberá exceder del 2.5% de la altura libre del poste.

### **6.3.6 IDENTIFICACION Y MARCAS.**

Todos los postes deberán llevar las siguientes inscripciones a una distancia de 3.5 m. de la base en bajo relieve, en forma legible y visible cuando el poste está empotrado.

- Nombre o razón social del fabricante.
- Año de fabricación.
- Longitud, peso y carga de rotura nominal del poste en kilogramos fuerza.

Todos los postes deberán tener una franja pintada de color rojo, de 3 cms de ancho y 15 cms de longitud en el lugar correspondiente a su centro de gravedad.

Todos los postes se deberán suministrar con una franja pintada de color verde, de 3 cms. de ancho y 15 cms. de largo, indicando la altura de empotramiento, la cual debe ser un décimo de la longitud total del poste más 0.60 metros.

#### **Criterios de rechazo.**

Adicionalmente los postes deben estar exentos de los siguientes defectos, por los cuales se rechazarán:

- Postes con resanes.
- Estructura metálica expuesta o con menos de 15 mm. de recubrimiento.
- Falta de rotulado de la longitud y carga de rotura.
- Grietas o fisuras transversales.
- Grietas o fisuras longitudinales.
- Falta de marcado de las líneas de empotramiento y centro de gravedad.
- Postes sin los agujeros o cuando éstos están desordenados.
- Falta de marcado de la fecha de fabricación.
- Dimensiones en longitud, base y cima fuera de especificaciones.
- Superficie rugosa y burbujas en el poste.

#### **6.3.7 PINTURA.**

Se le harán a los postes de concreto de tres franjas en pintura a base de aceite así: Dejando 0.6 metros libres a partir de la base del poste se pintan dos franjas negras una inferior y otra superior de 0.3 metros de ancho y dos franjas amarillas intercaladas con un ancho de 0.3 metros.

#### **6.3.8 PRUEBAS.**

El Contratista deberá presentar a la Interventoría los reportes de pruebas de fábrica de la postería, previamente a la instalación de los mismos. Tales reportes se elaborarán de acuerdo a las Normas ICONTEC.

#### **6.4 FUNDACION Y EMPOTRAMIENTO DE POSTES (Ver norma CODENSA LA009 o ELECTRICARIBE PC0230010)**

La profundidad a la cual se deben enterrar los postes se regirá por la siguiente formula  
Profundidad de enterramiento =  $0.1 H + 0.6$  ( metros) donde H es la altura del poste.

En terrenos pendientes, la profundidad de enterramiento se debe medir desde el lado inferior de la excavación.

Cuando el terreno es blando, especialmente arenoso o pantanoso, el material de relleno no puede ser de esta misma clase.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

El diámetro del hueco debe ser de 20 cm mayor que el de la base del poste.

En todos los terrenos los postes se estabilizaran mediante un anillo de concreto ciclópeo que se extienda 20 cm alrededor del poste, medidos desde la cara de este y a 50 cm de profundidad a partir de la línea de tierra –aire.

Este criterio también se aplicará a los postes secundarios y a los vientos o templetes. Además, antes de parar el poste se debe hacer una base en concreto ciclópeo de 3.000 psi de 0.2 metros que sirva de cimentación.

#### **6.5 VIGUETAS DE ANCLAJE.**

Las viguetas de concreto para anclaje serán prefabricadas de concreto reforzado con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, 3000 psi a los 28 días, con acero de refuerzo de 2.500 kg/cm<sup>2</sup> de refuerzo mínimo de fluencia y 3.600 psi. Deberán ser de sección cuadrada de 15 cms. de lado y una longitud de 80 cms.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS SISTEMA PUESTA A TIERRA

### CONTENIDO

- 7. GENERALIDADES.
- 7.1 INSTALACION DE PUESTAS A TIERRA.
- 7.2 MEDIDA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.
- 7.3 MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS SISTEMA PUESTA A TIERRA

### 7. GENERALIDADES.

El sistema de puesta a tierra tiene por finalidad proteger la vida de las personas, evitar daños en los equipos por sobretensiones y mejorar la efectividad de la corriente de falla a tierra. Poco o nada se gana cuando se instalan las puestas a tierra y no se garantiza una resistencia de puesta a tierra que permita la evacuación rápida y segura de las corrientes de falla.

De acuerdo con lo anterior, en la instalación de una puesta a tierra lo más importante es el valor de la resistencia que se tenga con respecto a tierra independiente del número de electrodos y elementos que haya necesidad de utilizar para lograr este propósito. Por ello, siempre que se instala un sistema de puesta a tierra, se debe medir el valor de la resistencia a tierra antes de ser conectado y confrontarlo con los límites establecidos, para garantizar una buena puesta a tierra del sistema eléctrico.

En las redes de distribución de media tensión, el sistema de terra se compone de las puestas a tierra instaladas en los descargadores de sobretensión, transformadores, equipos de maniobra, neutros y elementos metálicos, cuyos electrodos de puesta a tierra están generalmente constituidos por varillas enterradas.

Con la interconexión de las puestas a tierra (a través del neutro) se logra disminuir el valor de la resistencia entre neutro y tierra, que asegura la operación correcta de las protecciones y limita el voltaje a tierra que puede aparecer entre las fases no falladas cuando ocurre una falla a tierra.

El sistema de distribución en M.T. es sólidamente puesto a tierra en las subcentrales y en B.T. es efectivamente puesto a tierra a lo largo de su recorrido (especialmente en los terminales).

Se utiliza como electrodo para puesta a tierra una varilla cobre-cobre de 5/8" X 2.44 metros con soldadura termoweld o exotérmica y como medio de conexión hasta tierra, se utilizará como mínimo alambre de cobre desnudo No. 2. y con tubería galvanizada de 3/4" de bajante en el poste, y cinta band it y hebilla de acero para sujeción.

..

#### 7.1 INSTALACION DE PUESTAS A TIERRA.

Para la instalación de las puestas a tierra de los circuitos de distribución en M.T. y B.T. y equipos conectados del sistema, se deben tener en cuenta los siguientes casos:

- En los descargadores de sobretensión, los puntos de tierra de cada uno de ellos, se deben conectar entre sí, mediante cable de cobre No. 2 AWG y se llevan a tierra,

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

evitando dobleces agudos en el alambre, hasta la varilla previamente enterrada, utilizando soldadura termoweld para la unión a la varilla de cooper weld.

- En los transformadores de distribución deben conectarse entre sí el neutro y la carcasa, mediante alambre de cobre No. 2 AWG y desde allí hasta la varilla de puesta a tierra. Se debe realizar una sola bajante para puesta a tierra de los descargadores de sobretensión y del transformador.
- El neutro de la red de B.T. se debe poner a tierra, cada cinco postes, igualmente los puntos finales de los neutros del circuito de 5 líneas.
- El alambre de cobre AWG No. 2 desnudo, utilizado para bajantes a tierra se deberá proteger con un tubo metálico galvanizada de 3/4" X 3 metros y amarrado al poste con cinta band it de 1/2" y su respectiva hebilla (3 amarres).
- Los circuitos de M.T. que lleven neutro o cable de guarda deben ser aterrizados en todos los postes.
- En las transiciones de los cables subterráneos de M.T. los alambres de la pantalla metálica del blindaje del conductor en los terminales, deben conectarse a tierra a través de la puesta a tierra de los descargadores de sobretensión.

### **7.3 MEDIDA DE RESISTENCIA DE PUESTAS A TIERRA.**

Todas las medidas deben realizarse sin tensión ni circulación de corriente, es decir, la varilla de tierra debe estar desconectada de bajantes de pararrayos, neutros, tierras de equipos en funcionamiento. Igual sucede si se miden mallas de tierra.

La resistencia de los electrodos de acuerdo a su sitio de instalación debe ser:

- Resistencia puesta a tierra en pararrayos y transformador menor de 5 ohmios.
- Resistencia puesta a tierra en malla subestación menor de 2 ohmios.
- Resistencia puesta a tierra en circuitos de baja tensión menor de 20 ohmios.
- Resistencia puesta a tierra en poste línea de guarda menor de 10 ohmios.

Es de gran importancia conocer las características del terreno donde se va a instalar la varilla de tierra o electrodo de tierra para predecir el número de varillas que se deben instalar o la disposición de los electrodos. La resistencia varía con el tipo de suelo, la temperatura, la humedad, la homogeneidad, acidez y profundidad.

### **7.4 MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.**

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

De acuerdo a la resistencia del terreno, solo se necesita una varilla de puesta a tierra, dos o tres unidas entre sí.

Con el fin de mejorar los valores de resistencia de puesta a tierra se pueden aplicar diferentes métodos, así:

- Colocar o reforzar con más electrodos.
- Realizar tratamiento del suelo.

El tratamiento del suelo se efectúa realizando una excavación de 0.5 metros para instalar la varilla y rellenando el hueco con tierra negra, carbón, sales o hidrosolta. Para el empleo de esta última se seguirán las recomendaciones de construcción sugeridas por el fabricante.

- Compensación de tierras mediante la instalación de contrapesos.

Consiste en la medición de resistencia a tierra en por lo menos tres direcciones, buscando las partes más húmedas y se procede a lo largo de una zanja con una profundidad de 0.5 metros a enterrar un conductor como contrapeso en la dirección que indique la menor distancia.

- Traslado de la red a terrenos con menor resistividad.

La escogencia de una de las alternativas estará a criterio del interventor, ya que el tratamiento del terreno (a excepción de la HIDROSOLTA) se deteriora con el transcurso del tiempo, si no se toman las precauciones para que permanezca dicho tratamiento.

## **7.5 REGLAMENTO APLICABLE**

Los sistemas de puesta a tierra deben seguir obligatoriamente las disposiciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones eléctricas (RETIE- Resolución No 18 039 del 7 de abril de 2004) en el Capítulo II – Requisitos técnicos esenciales- Artículo No 15 Puestas a Tierra.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA ALUMBRADO EXTERIOR

### 9. OBJETO.

Diseño, fabricación, pruebas en fábrica, suministro, transporte, montaje, pruebas en el sitio y puesta en servicio de luminarias y reflectores de vapor de sodio alta presión y reflectores de halógeno.

#### 9.1 GENERALIDADES.

Las luminarias y reflectores se utilizarán para iluminación de vías, áreas perimetrales, plaza de armas, campo de paradas, campos deportivos y sistema de deslumbramiento.

Los diferentes sistemas de alumbrado tendrán control individual y por grupo. El sistema de alumbrado de vías y perimetral con luminarias de 150 W, 220 Voltios de sodio alta presión, tendrán fotocelda individual y control múltiple automático y manual desde la base del poste. El sistema de alumbrado con reflectores de 400 W, 220 Voltios – metal halide tendrán control múltiple manual e independiente para cada uno de los campos. El sistema de alumbrado de deslumbramiento con reflectores de 250 W, metal halide, tendrá control múltiple manual desde dos puntos independientes.

El control para los circuitos de alumbrado con luminarias de 150 W sodio, será automático mediante celdas fotoeléctricas, pero su operación de apagado y encendido también podrá hacerse manualmente mediante selectores MAN-OFF-AUTO que se instalarán remotamente en un tablero de control de alumbrado localizado en la parte inferior de las estructuras de los transformadores o en la parte exterior de la edificación más cercana al transformador.

#### 9.2 NORMAS.

Además de la aplicación de las normas generales ya indicadas, aplicables al diseño, fabricación y pruebas, se deben considerar las siguientes normas específicas:

Los equipos y materiales deberán cumplir los requisitos de las normas ICONTEC, ANSI, NEMA, IEEE, ASTM u otras equivalentes reconocidas internacionalmente.

#### 9.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

##### 9.3.1 LUMINARIAS HORIZONTAL ABIERTA DE VAPOR DE SODIO ALTA PRESION.

Las luminarias de 70 o 150 vatios deberán ser del tipo horizontal cerrada, para bombilla de sodio de alta presión y operación a 220 Voltios + 10% - 15%, 60 HZ.

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

La luminaria deberá estar equipada con su respectivo portalámpara fabricado con materiales de gran calidad resistentes a la corrosión y a las altas temperaturas. El portalámpara deberá estar dispuesto en forma adecuada para alojar una bombilla con casquillo tipo Mogul.

El cuerpo del portalámpara deberá ser de porcelana vitrificada, fabricado para 1.500 W, 600 V y un voltaje de prueba de impulso no inferior a 4 KV. El contacto central deberá ser resortado y junto con el casquillo deberán tener un baño electrolítico de níquel-plata.

Los cables internos y de salida del portalámpara deberán ser encauchetados con cubierta de silicona, calibre No. 12 AWG, 200°C, 600 V y deberán estar soldados al casquillo y al contacto central.

El reflector de la luminaria deberá ser fabricado en aluminio de gran pureza, brillado químicamente por proceso electrolítico y protegido contra altas temperaturas que se puedan desarrollar debidas a la bombilla, balasto y a las variaciones de las condiciones ambientales.

Todas las luminarias deberán ser suministradas con la respectiva bombilla y accesorios como balastos, condensadores, fusibles y los elementos necesarios para su montaje, fijación y conexión eléctrica.

El Contratista deberá suministrar toda la información fotométrica y técnica de la luminaria y los cálculos correspondientes con el fin de comprobar el cumplimiento de los niveles mínimos de iluminación y coeficientes de uniformidad establecidos de acuerdo con la disposición adoptada e indicada en los planos.

El alumbrado perimetral debe alcanzar un nivel medio de iluminación de 13 luxes con un coeficiente de uniformidad del 15%.

### **9.3.3 REFLECTORES PARA LUMINARIAS METAL HALIDE**

Los reflectores deberán ser de tipo cerrado, rectangulares escualizables, para bombillas de ALTA PRESION, operación a 220 Voltios, + 10% - 15%, 60 Hz, para fijar en estructura metálica sobre poste metálico.

Los reflectores deberán estar cerrados por el frente por medio de un vidrio plano transparente de alta resistencia al impacto y a los cambios bruscos de temperatura. El cierre del reflector deberá hacerse de tal forma que se produzca hermeticidad al polvo y a la humedad.

Los reflectores deberán estar equipados con sus respectivos soportes y sistemas de fijación, portalámpara fabricado con materiales de gran calidad, resistentes a la corrosión y a las altas temperaturas. El portalámpara deberá estar dispuesto en forma adecuada para alojar una bombilla de forma tubular con casquillo normalizado.

El cuerpo del portalámparas deberá ser de porcelana vitrificada, fabricados para 1.500 W, 600 V. y un voltaje de prueba de impulso no inferior a 4 KV. El contacto central deberá ser resortado y junto con el casquillo deberán tener un baño electrolítico de níquel-plata.

Los reflectores se deberán suministrar debidamente alambrados, con conductores apropiados para la potencia de la bombilla, aislados y protegidos contra las altas temperaturas que se puedan desarrollar debidas a la bombilla y a las variaciones de las condiciones ambientales.

Todos los reflectores se deberán suministrar con la respectiva bombilla y los elementos necesarios para su montaje, fijación y conexión eléctrica. Además diseñarse con facilidades para el acceso y el mantenimiento.

Los espejos de los reflectores deberán ser fabricados en aluminio de gran pureza, brillados químicamente por proceso electrolítico y protegidos mediante oxidación anódica, para proporcionar un rendimiento fotométrico elevado y permanente.

Los cables internos y de salida del portalámpara deberán ser encauchetados con cubierta de silicona, calibre No. 12 AWG, 200°C, 600 V., deberán estar soldados al casquillo y al contacto central.

Además, el portalámpara y el espejo se deberán fijar de una forma tal que se atenúen las vibraciones y los esfuerzos mecánicos que se puedan presentar durante el transporte, manejo y montaje de los reflectores.

#### **9.3.4 BALASTOS.**

Los balastos para las luminarias y los reflectores de sodio deberán ser de alto factor de potencia, aptos para ser conectados a 220 V ca, 60 Hz, adecuados para la respectiva potencia de la lámpara y deberán funcionar correctamente con variaciones hasta de +10% - 15% en la tensión de servicio, sin que se presenten variaciones en la potencia de la lámpara mayores de más o menos 5%.

Todos los balastos deberán ser contruidos y cubiertos de tal forma que estén suficientemente protegidos contra contactos accidentales con las partes sometidas a tensión, deben ser resistentes a la humedad.

#### **9.3.5 CONDENSADORES.**

Los condensadores deberán ser diseñados para operación continua a 110% de su voltaje y frecuencia nominales, sin exceder su temperatura nominal.

Los condensadores no deberán tener restricción alguna respecto a su posición de operación y deberán soportar permanentemente, sin deterioro de sus condiciones, una temperatura de operación de 90°C.

Los condensadores deberán corregir el factor de potencia de las luminarias y los reflectores, mínimo al 90%.

#### **9.3.6 FUSIBLES.**

Los fusibles deberán ser del tipo cartucho no renovables y se utilizarán para protección de los balastos. Estos elementos deberán proteger adecuadamente el circuito eléctrico de la luminaria y el reflector y se deberán diseñar especialmente para soportar las corrientes transitorias y estacionarias.

#### **9.3.7 CONTROL DE ALUMBRADO.**

##### **- Fotocelda.**

Las celdas fotoeléctricas deberán ser fabricadas para instalación exterior y deberán cerrar el contacto a 20 luxes como mínimo y abrir el contacto a 100 luxes como máximo. Se deberán diseñar para operar a 220 V, 60 HZ y sus contactos serán para 20 amperios mínimo. Las celdas se deberán suministrar con el soporte para montaje.

El control del alumbrado se hará con fotocelda para grupo, con dos fotoceldas en paralelo por cada circuito, las cuales deben ser a prueba de intemperie (IP65), iguales o similares al tipo C 402G 200 de General Electric.

##### **- Contactor.**

Los contactores deberán ser de dos o tres polos con alta resistencia mecánica y térmica, con contactos diseñados para arranques sucesivos y soportar la corriente nominal de la carga alimentada.

Las bobinas de los contactores deberán estar diseñadas para operación continua sin exceder los límites de temperatura permitidos con una temperatura ambiente de 40°C.

Los contactores deberán operar correctamente con variaciones de voltaje de + 10% y -15% del voltaje nominal, pero el Contratista debe evaluar el voltaje de desenganche más recomendado para evitar salidas del equipo por bajos voltajes transitorios.

Los contactos principales serán revestidos en plata.

#### **9.3.8 PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES**

Una de las causas más frecuentes de la disminución de la vida útil de los sistemas de alumbrado son los flikers con picos de tensión altos, razón por la cual el contratista debe verificar esta situación antes de poner en funcionamiento los circuitos de alumbrado y ,de acuerdo a su experiencia, dar a conocer a la interventoría las posibles soluciones a este problema.

Existen en el mercado dos soluciones: Descargadores de sobretensión tipo línea de baja tensión de oxido de zinc (referencia PRBT-RDS 280V-10KA/C CLAMPER o similar que cumpla con IEC61643-1) y los supresores de transitorios de tensión. En el caso de emplear los primeros se debe verificar que tengan certificado de conformidad del CIDET y en el caso de emplear el segundo producto, se debe verificar además de tener el certificado de

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

conformidad del CIDET , su forma de instalación a la intemperie ya que normalmente no vienen especificados para trabajo a la intemperie.

En zonas con nivel cerámico alto y donde no exista un apantallamiento natural, las estructuras de 12 o 14 metros de iluminación deben ser protegidas con puntas de captación tipo Franklin.

#### **10.3.15 INSTALACION SISTEMA ALUMBRADO EXTERIOR.**

Los elementos y accesorios para alumbrado exterior como perchas, tubería conduit y demás accesorios, se fijarán con abrazaderas y herrajes normalizados y galvanizados en caliente o con cinta de acero inoxidable, previa autorización de la Interventoría

El contratista deberá dejar instaladas todas las luminarias y reflectores de acuerdo a lo especificado en los planos sobre tipos, voltajes y potencias y con las instrucciones impartidas por la Interventoría. En la instalación todos los elementos deberán quedar firmemente fijados de manera que no se aflojen con el uso y su ubicación final deberá ser en general, uniforme a la misma altura de montaje.

El montaje de las perchas, se hará con abrazaderas debidamente aseguradas y en alineamiento, con la tensión del conductor dentro del límite del mismo recomendada por el fabricante, que evite la ocurrencia de esfuerzos transversales y longitudinales en las estructuras de paso, y que no excedan la tensión de trabajo en las estructuras terminales.

En los postes donde se coloquen más de una percha y no sea factible el uso de abrazaderas, deberá usarse cinta de acero inoxidable o cinta band it ,localizada en tres puntos de la longitud de la percha, previa aceptación de la Interventoría.

Los aisladores de baja tensión instalados en las perchas deberán estar libres de aristas que puedan deteriorar los conductores. No presentarán quebraduras y su superficie de porcelana será completa.

Los postes se deberán instalar a plomo sobre sus bases y debidamente alineados. Las bases deberán hacerse en relleno seleccionado, debidamente compactado y deberán llevar un anillo de concreto como se indica en estas especificaciones.

Los templetes deberán estar compuestos de los elementos indicados en estas especificaciones. Deberán estar firmemente aseguradas las terminaciones del cable de acero y deberá verificarse el buen estado del aislador tensor.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA SUBESTACIONES  
ELECTRICAS**

**CONTENIDO**

- 11. OBJETO.
- 11.1 GENERALIDADES.
- 11.2 ESTRUCTURA DE CELDAS.
  - 11.2.1 LAMINA.
  - 11.2.2 GRADO DE PROTECCION.
  - 11.2.3 PUERTA.
  - 11.2.4 VENTANA DE INSPECCION.
  - 11.2.5 DISEÑO MECANICO.
  - 11.2.6 SOPORTE DE EQUIPO.
  - 11.2.7 TORNILLERIA.
  - 11.2.8 PINTURA.
- 11.3 ESPECIFICACIONES.
  - 11.3.1 ENCLAVAMIENTO MECANICO.
  - 11.3.2 LAMINA DE PROTECCION.
  - 11.3.3 ROTULOS.
  - 11.3.4 INDICADOR DE TENSION.
  - 11.3.5 LUZ DE INSPECCION.
  - 11.3.6 PRUEBAS.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

- 11.3.7 AVISOS.
- 11.4 SECCIONADOR DE OPERACION BAJO CARGA CON FUSIBLES.
- 11.5 SECCIONADOR DUPLEX.
- 11.6 CELDA PARA MEDICION EN MEDIA TENSION.
- 11.7 CELDA PARA SECCIONADOR DUPLEX.
- 11.8 CELDA PARA TRANSFORMADOR.
- 11.9 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.
- 11.10 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL.
- 11.11 CONTADORES DE ENERGIA.
- 11.12 TERMINALES PARA CABLES DE MEDIA TENSION.
- 11.13 TERMINAL PREFORMADO TIPO CONO.
- 11.15 INSTALACION.
- 11.16 SISTEMA DE CALEFACCION PARA CELDAS

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA SUBESTACIONES ELECTRICAS

### 11. OBJETO.

Diseño, fabricación, pruebas en fábrica, suministro, transporte, montaje, pruebas en el sitio y puesta en servicio de los equipos y materiales requeridos para instalación en las celdas metálicas, seccionadores de protección, transformadores y demás elementos de la subestación eléctrica.

### 11.1 GENERALIDADES.

El fabricante de la subestación capsulada deberá establecer una garantía de construcción por un término de cinco (5) años, a partir del momento en que entre en servicio la subestación, para garantizar al comprador el reemplazo o reparación de los elementos averiados por defectos de construcción o de calidad de materiales. Puede ser en lámina doblada o perfiles angulares, siempre y cuando dé la seguridad específica.

### 11.2 ESTRUCTURA DE LAS CELDAS.

#### 11.2.1 LAMINA.

Serán del tipo Cold Rolled ( laminada en frío), de una calibre no inferior a 2 mm., fijadas a la estructura internamente o externamente, siempre y cuando las cabezas de los tornillos no sobresalgan de la superficie en los panales de las celdas y estos tornillos están asegurados con tuerca y contratuerca en la parte interna.

#### 11.2.2 GRADO DE PROTECCION.

El grado de protección exterior de la celda será IP41, es decir protegida contra la entrada de cuerpos sólidos superiores a 1 mm y caídas verticales de gotas de aguas (condensación).

#### 11.2.3 PUERTA.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

La puerta será construida en lámina Cold Rolled, calibre 16 USG como mínimo. Su cierre y ajuste será de tal forma que la puerta quedé asegurada como mínimo en tres (3) puntos

(superior, centro e inferior) y la chapa estará provista de llave bristol de 9 mm. o similar. No se acepta cierre con tornillo.

Las puertas deben poseer una agarradera que facilite su accionamiento y dotadas de bisagras fabricadas en materiales inoxidables o en acero con recubrimiento electrolítico o galvanizado en caliente apropiados para impedir la corrosión.

Las bisagras deben instalarse de tal forma que no pierda el recubrimiento protector y que sea imposible demostrarlas desde el exterior cuando las celdas se encuentren cerradas.

#### **11.2.4 VENTANA DE INSPECCION.**

Sobre la puerta de las celdas se ubicará una ventana de 24 X 40 cms., con extremos redondeados (radio de cobertura no menor a 80 mm), que permita la inspección interna de la celda. Esta llevará un vidrio de seguridad con un espesor mínimo de 5 mm., fijado mediante empaque de caucho, de tal forma que no pueda retirarse por el frente.

#### **11.2.5 DISEÑO MECANICO.**

Las celdas serán diseñadas bajo los siguientes criterios:

- Que soporten los esfuerzos que se puedan presentar, es decir, que tengan estabilidad.
- Que den seguridad al operario, impidiendo el acercamiento o partes vivas en operación o mantenimiento.
- Que sean autosoportadas.

#### **11.2.6 SOPORTE DE EQUIPO.**

Los soportes de fijación de los seccionadores bajo carga, transformadores de corriente y potencial serán en ángulo de acero de 2" X 2" X 3/16", como mínimo y se fijarán a la estructura de la celda con tornillos de 1/2".

La celda de entrada, salida y duplex deberá estar dotada de un soporte ubicado en la parte frontal, que permita alojar la palanca de accionamiento de los seccionadores.

#### 11.2.7 TORNILLERIA.

Toda la tornillería, tuercas, arandelas planas y de presión, que se empleen en las celdas serán galvanizadas o iridizadas.

#### 11.2.8 PINTURA.

El sistema de pintura puede ser secamiento al aire o por medio de un horno y debe aplicarse con el siguiente procedimiento:

- **Desoxidación.**

La superficie debe estar seca, libre de polvo, mugre, grasa, cera y oxido. Es decir, que se encuentre libre de toda oxidación.

- **Desengrase.**

Efectuada la desoxidación, es necesario llevar a cabo un desengrase completo por ataque químico o en su efecto por medio de solventes o alcalinos, de acuerdo con el tipo de pintura a utilizar.

- **Fosfatizado.**

Toda la superficie debe ser fosfatizada, con el fin de darle una protección suficiente contra la corrosión y adherentes antes de aplicar la pintura, la cual puede ser aplicada por inmersión o spray.

Una vez aplicada la capa de fosfato, se debe lavar con agua fría para remover los químicos activos que puedan causar corrosión.

- **Pintura.**

Una vez preparada la superficie con los procedimientos anteriores así: Si se trata de pintura de secamiento al aire, se deben aplicar dos capas de anticorrosivo a base de resinas apóxicas. alquídicas o caucho clorado y luego se aplicarán dos capas de pintura de acabado.

Si la pintura es horneable se aplicará una capa de base horneable y posteriormente se deberá aplicar una capa de esmalte horneable liso a base de resinas alquídicas nitrogenadas.

### **11.3 ESPECIFICACIONES.**

#### **11.3.1 ENCLAVAMIENTO MECANICO.**

La puerta de acceso a las celdas del seccionador con fusibles y dúplex (transferencia de carga) estará enclavada con el mecanismo de apertura y cierre del seccionador alojado en la celda, de tal manera que la puerta no pueda ser abierta si el seccionador está en operación.

El enclavamiento será de tipo mecánico, lo suficientemente fuerte, tal que pueda resistir sin daño una operación indebida con esfuerzos normales.

#### **11.3.2 LAMINA DE PROTECCION.**

La celda del seccionador con fusibles, la del equipo de medida y la del seccionador duplex irá resguardada por medio de una cubierta tipo acrílica de 5 mm. de espesor, transparente, inectora, fijada a la cara interna del marco de la puerta removible frontalmente. Este acrílico debe instalarse de tal forma que pueda ser retirado por el frente sin que exista la posibilidad de error al quitarle los tornillos de sujeción, éstos puedan caer hacia el interior o hacia el piso.

#### **11.3.3 ROTULOS.**

Cada celda irá con su respectivo rotulo, indicando el nombre del aparato eléctrico alojado en cada cabina.

#### **11.3.4 EQUIPO DE MEDICION DE PARAMETROS ELECTRICOS**

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

En razón a que nuestras subestaciones capsuladas no poseen equipos de transferencia de media tensión automáticos, se debe establecer algún sistema que le indique al operador de la subestación en que momento debe maniobrar del seccionador conmutador de transferencia de carga, tanto en el caso en que se suspenda o restablezca el servicio de energía comercial.

Para facilitar la maniobra anteriormente comentada se implementó una nueva celda denominada "medición de parámetros eléctricos", tales como tensión y corriente en media tensión por medición indirecta a través de transformadores de corriente y de potencial, el cual contará como mínimo con los siguientes elementos, o como se indique en los planos respectivos:

- a. Bornera de pruebas de 13 puntos y cable de control requerido.
- b. Transformador de tensión tipo seco interior, tensión nominal primaria de 13,2 o 13,8v3 KV, tensión nominal secundaria 120 V, tensión de aislamiento 17,5 KV, BIL 110kVp, potencia nominal 50 VA, clase 1, 60 hz, . Homologado por CIDET -certificado de pruebas de laboratorio aceptado por la Superintendencia de Industria y Comercio. (tres unidades)
- c. Transformador de intensidad tipo seco interior, tensión de aislamiento 17,5 KV, BIL 110 kVp, potencia nominal 75 VA, CLASE 1, 60 HZ, RELACION 15/5A, Homologado por CIDET-Certificado de pruebas en laboratorio aceptado por la Superintendencia de Industria y Comercio.(tres unidades)
- d. Celda metálica en lámina cold-rolled, para alojar los equipos de los literales a. hasta la h. del presente ítem, con sistema de calefacción controlado por termostato y barrera acrílica. Cumplir normas CODENSA
- e. Medidor análogo de tensión indirecta para montaje en tablero, clase de precisión 1.5, escala de 0-15.000 voltios, norma VDE 605. 96mm x96 mm (UNA UNIDAD)
- f. Selector de tensión indirecta R-S, R-T, S-T, R,N,S-N, T-N, O , para el medidor de tensión.
- g. Medidor análogo de corriente indirecta a través de transformadores de corriente de relación 15-30/5 para montaje en tablero, clase de precisión 1.5, escala de 0-20 amperios, norma VDE 605. 96 mm x 96 mm (TRES UNIDADES)
- h. Relés de control para tomar señal sistema actuador sonoro y luminoso. (tres unidades).

Los transformadores de intensidad tipo seco pueden ser reemplazados por el tipo toroidal, siempre y cuando estén certificados por el CIDET (solución más económica).

Las señales de tensión e intensidad obtenidas a través de los relés de control pueden ser empleadas para activar una sirena (señal sonora) y/o un sistema de luces intermitentes (señal luminosa) por medio de cualquier circuito electrónico programable como un PLC sencillo de baja especificación (zelio de Telemecanique o similar).

#### 11.3.5 LUZ DE INSPECCION.

Cada cabina llevará la instalación de un bombillo de 40 watos, 120 voltios que servirá como luz de inspección y revisión de conexiones. Se hará a través de tubería flexible metálica y alambre de cobre aislado AWG No. 12 THW de 90°C. La tensión se tomará de un tablero de 4 circuitos instalado en la pared de la caseta.

#### 11.3.6 PRUEBAS.

Se efectuarán pruebas de adherencia de acuerdo a Norma ICONTEC 811.

Prueba de envejecimiento de acuerdo a Norma ICONTEC 1156.

#### 11.3.7 AVISOS.

Sobre cada puerta se colocará aviso de prevención de peligro tanto en letras (40 X 5 cms) y señal preventiva (20 X 20 cms).

Para todos los casos se debe seguir lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) en el capítulo II – Requisitos Técnicos Esenciales – artículo No 11, Señalización de Seguridad .

#### 11.4 SECCIONADOR DE OPERACION BAJO CARGA CON FUSIBLES.

El seccionador de operación bajo carga deberá ser de las siguientes características: Norma ICONTEC 2131 , IEC 2659 e IEC-694.

- Para instalación de interiores.
- Operación tripolar.
- Tensión nominal 17.5 KV.
- Tensión máxima de impulso : Entre polo y tierra 95 KV.  
Entre polos 110 KV.
- Tensión máxima a frecuencia industrial durante un (1) minuto : Entre polo y tierra 38 KV.  
Entre polos 45 KV.
- Corriente nominal 600 amperios.
- Frecuencia 60 ciclos por segundo.
- Capacidad de cortocircuito 31 KA.

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

- Número de operaciones con la corriente nominal: Es de 100 para seccionadores de uso general (Norma ICONTEC 6949), 1.000 operaciones para el ensayo de resistencia mecánica (numeral 6.102 Norma IEC 265-1).

Además el seccionador tendrá las siguientes características:

- Disparo libre.
- Mecanismo de operación de energía almacenada, independiente del operador.
- Operación manual por medio de la palanca de acceso frontal en el exterior de la celda.
- El seccionador estará provisto de contactos principales de conexión y contactos fijos en una cámara extintora de arco.
- El material de los contactos de interrupción de cargas y cierre bajo fallas.

Para la instalación del seccionador se exigirá el protocolo de rutina requerido por la Norma ICONTEC 2131.

#### **11.5 SECCIONADOR DUPLEX.**

El seccionador de transferencia o dúplex será para instalación en interiores, tripolar de operación bajo carga con las siguientes características: Norma ICONTEC 2131.

- Tensión nominal 17.5 KV.
- Tensión máxima de impulso : Entre polo y tierra 95 KV.  
Entre polos 110 KV.
- Tensión máxima a frecuencia industrial durante un (1) minuto : Entre polo y tierra 38 KV.  
Entre polos 45 KV.
- Corriente nominal 600 amperios.
- Frecuencia 60 ciclos por segundo.
- Capacidad de cortocircuito 31 KA.

#### **11.6 CELDA PARA MEDICION EN MEDIA TENSION.**

Deben cumplir con todos los requisitos de construcción de celdas especificadas en las Normas CS-501 y CS-509 de las subestaciones capsuladas así como en las especificaciones de la Norma CS-564-1.

Los transformadores de corriente y de potencial deben cumplir con las especificaciones técnicas exigidas por la CREG-Código de Medida y deben ser calibrados en laboratorios reconocidos por la Superintendencia de Industria y Comercio y la Administración de Intercambios Comerciales (ASIC). El cableado desde el secundario de los transformadores

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

de medida deben ser en cable de cobre multiconductor tipo ST. El equipo de medición debe contar como mínimo con los siguientes elementos:

- a. Medidor electrónico o de estado solido de energía activa y reactiva , multitarifas, cuatro cuadrantes, periodo de integración de la demanda programable 1/15/30/60 minutos, bidireccional clase de precisión 0.5s, conexión a través de transformadores de medida, puerto RS232, medición monofásica y trifásica, autoforma (2 o 3 elementos), programable en su totalidad. Incluye su calibración ante laboratorio acreditado por la SIC (Sistema de intercambios Comerciales). Debe entregarse software de programación.
- b. Modem telefónico externo compatible con el medidor descrito en el literal a. con su respectivo cable de conexión al medidor. En caso de ser una línea telefónica alambrada se debe proveer en la entrada una protección contra transitorios de tensión.
- c. Equipo telefónico compatible con el Modem del numeral b. del presente item.
- d. Bornera de pruebas de 13 puntos y Cable de control requerido.
- e. Limitador de sobretensión transitoria PRD 15 referencia 16572 de Merlin Gerin o similar, para proteger la alimentación electrica del Modem y la planta telefónica.
- f. Interruptor termomagnético monopolar C60N de Merlin Gerin o similar de 3 amperios - riel DIN.
- g. Programación, instalación y puesta en funcionamiento del medidor con pruebas de telemedición efectuadas en concurso con la empresa de energía local. Se deben hacer las gestiones para el cambio de la cuenta.
- h. Transformador de tensión tipo seco interior, tensión nominal primaria de 11.4 o 13,2 o 13,8/v3 KV, tensión nominal secundaria 120/v3 V, tensión de aislamiento 17,5 KV, BIL 110kVp, potencia nominal 50 VA, clase 0.5, 60 hz, IEC60044-2/2003. Homologado por CIDET -certificado de pruebas en laboratorio aceptado por la administración del sistema de intercambios comerciales. (tres unidades)
- i. Transformador de intensidad tipo seco interior, tension de aislamiento 17,5 KV, BIL 110 kVp, potencia nominal 15 VA, CLASE 0.5, 60 HZ, RELACION 15/5A, IEC 60044-1/2003, Homologado por CIDET-Certificado de pruebas en laboratorio aceptado por la administración del sistema de intercambios comerciales.(tres unidades)
- j. Celda metálica lámina cold-rolled , para alojar los equipos de los literales a. hasta la h. del presente ítem, con sistema de calefacción controlado por termostato y barrera acrilica . Referirse a las normas CODENSA. En caso de instalación a la intemperie la celda debe tener protección IP65.  
-----

El equipo de medición en pósito debe contar como mínimo con los siguientes elementos:

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS**

- a. Medidor electrónico o de estado sólido de energía activa y reactiva, multitarifas, cuatro cuadrantes, periodo de integración de la demanda programable 1/15/30/60 minutos, bidireccional clase de precisión 0.5s, conexión a través de transformadores de medida, puerto RS232, medición monofásica y trifásica, autoforma (2 o 3 elementos), programable en su totalidad. Incluye su calibración ante laboratorio acreditado por la SIC (Sistema de intercambios Comerciales).
- b. Modem telefónico externo compatible con el medidor descrito en el literal a. del presente ítem, con su respectivo cable de conexión al medidor.
- c. Equipo telefónico compatible con el Modem del numeral b. del presente ítem. En caso de ser una línea telefónica alambrada se debe proveer en la entrada una protección contra transitorios de tensión.
- d. Caja IP65, bornera de pruebas de 13 puntos y cable de control requerido. (Montaje inicial en la base del pórtico).
- e. Limitador de sobretensión transitoria PRD 15 referencia 16572 de Merlin Gerin o similar, para proteger la alimentación eléctrica del Modem y la planta telefónica.
- f. Interruptor termomagnético monopolar C60N de Merlin Gerin o similar de 3 amperios - riel DIN.
- g. Programación, instalación y puesta en funcionamiento del medidor con pruebas de telemedición efectuadas en concurso con la empresa de energía local. Se deben hacer las gestiones para el cambio de la cuenta actual.
- h. Transformador de tensión tipo seco exterior, tensión nominal primaria de 36 o 13.2 o 13.8 o 11.4/√3 KV, tensión nominal secundaria 120v3 V, BIL 200 o 110 kVef, potencia nominal 150 o 50 VA, clase 0.5, 60 Hz, IEC60044-2/2003, Homologado por CIDET -certificado de pruebas en laboratorio aceptado por la administración del sistema de intercambios comerciales. (tres unidades)
- i. Transformador de intensidad tipo seco exterior, tensión de aislamiento 36 o 17.5 KV, potencia nominal 30 VA, CLASE 0.5 -60 HZ, RELACION 15-30/5A, BIL 200 o 110kVef., IEC60044-1/2003, Homologado por CIDET-Certificado de pruebas en laboratorio aceptado por la administración del sistema de intercambios comerciales.(tres unidades)
- j. Soporte para equipo de medida en 34,5 o 13.2 o 13.8 KV según norma LA807 EEEB y montaje según norma LA 603 EEEB.

En todo caso, se debe seguir la implementación indicada en los planos de cada proyecto específico tomando como referencia constructiva las normas de CODENSA.

#### **11.7 CELDA PARA TRANSFORMADOR.**

Deben cumplir con todos los requisitos de construcción de celdas especificadas en las Normas CS-501 y CS-509 de las subestaciones capsuladas así como en las especificaciones de la Norma CS-564-1.

#### **11.8 CELDA PARA SECCIONADOR DUPLEX.**

Debe cumplir con todos los requisitos de construcción de celdas especificadas en las Normas CS 501 - 502 de las subestaciones capsuladas así como en las especificaciones de la Norma CS 564-1.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

Debe ser construida en lámina Cold Rolled mínimo 2 mm. , la puerta enclavada mecánicamente con la apertura y cierre de los seccionadores.

#### 11.9 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.

Tensión nominal	11.4 ó 13.8 ó 13.2 ó 34.5 KV. según región.
Tensión máxima	17.5 ó 24 kV ó 36 KV.
Frecuencia	60 HZ.
Instalación	Interior o exterior según el caso.
Corriente nominal primaria	15 - 30 - 60 amperios según el caso
Corriente nominal secundaria	5 amperios.
Número de núcleos	1.
B I L	A 110 ó 200 KV.
Potencia	A 15 hasta 75 VA.
Precisión	0.5s

##### Características específicas.

Los C'Ts son monofásicos, aptos para recibir en el primario conductores de cobre hasta calibre 1/0 AWG. El secundario debe tener doble tornillo adecuado para recibir conductores de cobre del No. 14 al No. 10 AWG.

Debe tener terminal de tierra y además no requieren mantenimiento.

Los terminales secundarios deben tener una tapa sellada de material sintético transparente.

#### 11.10 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (MEDICIÓN DE TRES ELEMENTOS).

Tensión nominal	11.4 ó 13.8 ó 13.2 / ? 3 KV.
Tensión máxima	17.5 ó 24 kV ó 36 kV / ? 3 KV.
Frecuencia	60 HZ.
Instalación	Interior o exterior.
Número de núcleos	1.
Tensión primaria	11.4 ó 13.8 ó 13.2 / ? 3 KV.
Tensión secundaria	120/? 3 V.
B I L	110 ó 200 KV.
Potencia	15 a 50 VA.
Precisión	0.5

##### Características específicas.

Los PT's son monofásicos, aptos para recibir en el primario conductores de cobre hasta calibre 1/0 AWG. El secundario debe tener doble tornillo adecuado para recibir conductores de cobre del No. 14 al No. 10 AWG.

Debe tener terminal de tierra y además no requieren mantenimiento.

Los terminales secundarios deben tener una tapa sellada de material sintético transparente.

#### **11.11 CONTADORES DE ENERGIA.**

Los medidores de energía serán electrónicos o de estado sólido, de energía activa y reactiva, multitarifas, cuatro cuadrantes, periodo de integración de la demanda programable 1/15/30/60 minutos, bidireccional, clase de precisión 0.5s, conexión a través de transformadores de medida, puerto RS232, medición monofásica y trifásica, autoforma (2 o 3 elementos), programable en su totalidad. Incluye su calibración ante laboratorio acreditado por la SIC (Sistema de intercambios Comerciales).

#### **11.12 TERMINALES PARA CABLES DE MEDIA TENSION.**

La utilización de terminales tiene como objetivo primario el reducir o controlar los esfuerzos eléctricos que se presentan sobre el aislamiento del cable, al interrumpir y retirar la pantalla sobre el aislamiento y como objetivos secundarios se encuentran al proporcionar al cable una distancia de fuga aislada y hermeticidad adecuada.

#### **11.13 TERMINAL PREFORMADO TIPO CONO.**

El elemento primordial básicamente es el cono de alivio, constituido de materiales elastoméricos premoldeados, con características aislantes y semiconductoras, unidos en el proceso de fabricación por medio de la aplicación de presión y temperatura, asegurando una adhesión total y se elimina la posibilidad de burbujas de aire ocluidas en el cuerpo aislante y la unión entre las dos piezas.

El cono debe controlar los esfuerzos que se presentan sobre el aislamiento al retirarse la pantalla semiconductor. La distancia de fuga necesaria para la terminal se obtiene en el espacio libre de aislamiento entre el conductor y el corte de la pantalla.

En el terminal tipo exterior, además del cono de alivio lleva unas campanas premoldeadas, que constan de módulos de materiales elastomérico aislante, con alta resistencia a la formación de trayectorias carbonizadas, así mismo, una alta resistencia a las radiaciones solares, y es la de proporcionar una distancia de fuga adicional.

#### 11.15 **INSTALACION.**

Para la instalación de los seccionadores se exige el protocolo de rutina, requerida por la Norma ICONTEC 2131 y el protocolo de pruebas de rutina de los transformadores de corriente y potencial, según Norma ICONTEC 1358 y requerimientos de la empresa de energía local correspondiente.

#### 11.16 **SISTEMA DE CALEFACCION PARA CELDAS**

Para evitar que la condensación ocasione fallas en los terminales preformados y aisladores de los equipos seccionadores, se dispondrá de un sistema de calefacción automático que regule la temperatura al interior de las cabinas, sin que se afecten los límites térmicos de funcionamiento nominal de los diferentes elementos. El control en lo posible se debe hacer con elementos electromecánicos como termostato y programador tipo tambor (motor de paso), en vista de que la vida útil de los elementos electrónicos se ve disminuida prematuramente con la temperatura, así se empleen elementos aislantes para evitar el calentamiento por transferencia térmica.

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA LINEAS DE MEDIA TENSION**

#### **CONTENIDO**

<b>NUMERAL</b>	<b>DESCRIPCION</b>
12.	OBJETO.
12.1	GENERALIDADES.
12.2	NORMAS.
12.3	ESPECIFICACIONES TECNICAS.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

- 12.3.1 SECCIONADOR TRIPOLAR CON FUSIBLE.
- 12.3.2 DESCARGADORES DE SOBRETENSION
- 12.3.3 CORTACIRCUITOS CON FUSIBLES.
- 12.3.4 FUSIBLES.
- 12.3.5 AISLADORES.
- 12.3.5.1 SUSPENSION.
- 12.3.5.2 PIN.
- 12.3.5.3 TENSORES.
- 12.3.6 CRUCETAS.
- 12.3.6.1 DIAGONALES METALICAS.
- 12.3.6.2 GUARDACABOS.
- 12.3.6.3 GRAPA PRENSORA DE TRES TORNILLOS.
- 12.3.6.4 BAYONETA PARA CABLE DE GUARDA.
- 12.3.6.5 COLLARINES O ABRAZADERAS.
- 12.3.6.6 PERNOS Y TUERCAS.
- 12.3.6.7 ESPIGOS.
- 12.3.6.8 ESPIGOS PARA PUNTA DE POSTE.
- 12.3.6.9 TUERCAS DE OJO ALARGADO.
- 12.3.6.10 GRAPA TIPO GRILLETE.
- 12.3.6.11 ARANDELAS CUADRADAS REDONDAS Y PRESION.
- 12.3.6.12 VARILLAS DE ANCLAJE Y PERNOS DE OJO.
- 12.3.6.13 RETENEDORES.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA LINEAS DE MEDIA TENSION

### 12. OBJETO.

Diseño, fabricación, pruebas en fábrica, suministro, transporte, montaje, pruebas en el sitio y puesta en servicio de los equipos y materiales requeridos para instalación en las líneas de media tensión, como seccionadores bajo carga, cortacircuitos, fusibles, parrarrayos de línea, aisladores, crucetas y herrajes.

### 12.1 GENERALIDADES.

Los equipos y materiales especificados, se utilizarán en la construcción de la red de media tensión del Batallón.

Los circuitos se conectarán entre sí para ser alimentados por una sola planta o en forma independiente para ser alimentados cada uno por una planta de generación.

### 12.2 NORMAS.

Además de la aplicación de las normas generales ya indicadas, aplicables al diseño, fabricación y pruebas, se deben considerar las siguientes normas específicas:

- IEC Publicación 129 y 265 para diseño y fabricación de cortacircuitos.
- ANSI C 37.32 para cortacircuitos.
- ANSI C 62-11 para diseño y fabricación de pararrayos.
- ANSI C 29.2, C 29.4, c 29.5, c 29.9 para aisladores de espigo y tensores.
- ANSI 52-4 para aisladores de suspensión.
- ICONTEC 696 para aisladores tensores.

El suministro debe comprender los componentes relacionados inmediatamente.

### 12.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

#### 12.3.1 SECCIONADOR TRIPOLAR CON FUSIBLE.

El seccionador tripolar para operación bajo carga, será para instalación exterior y estará de acuerdo con las siguientes normas ICONTEC 2131 (IEC 265-1) e IEC 694.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

El seccionador deberá estar equipado con extensor para operación a distancia y con terminales y accesorios adecuados para conectarlos a la red.

Deberá tener un mecanismo de disparo que minimice el tiempo de apertura y cierre de los contactos del seccionador, independiente del operador.

El seccionador estará provisto de contactos principales de conexión y contactos de interrupción que hagan conexión con los contactos fijos, en una cámara extintora de arco.

El material de los contactos de interrupción será apto para proporcionar máxima duración por interrupción de cargas y cierres bajo fallas.

La distancia mínima entre fases y tierra, será de 300 mm.

Para la instalación de los seccionadores, se exige el protocolo de ensayos de rutina requeridos por la norma ICONTEC 2131.

El seccionador se deberá diseñar y construir de acuerdo con las siguientes características técnicas:

- Tensión nominal	KV	34.5
- Tensión máxima de impulso KV.		
Entre polo y tierra.		36.0
Entre polos.		110.0
- Tensión máxima a frecuencia industrial durante un minuto KV.		
Entre polo y tierra.		36.0
Entre polos.		39.0
- Corriente nominal	A	400.0
- Número de operaciones con la corriente nominal		100.0
- Corriente nominal de descarga	KA	10.0
- Voltaje máximo de descarga con una onda de corriente 8 X 20.		
Para 10 KA	KV cresta	36.0

Los fusibles integrados al seccionador deben ser de acción rápida tipo H.

### 12.3.2 PARARRAYOS.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

Los pararrayos se deberán diseñar y construir de acuerdo con las normas ANSI C 62.11

Los pararrayos serán del tipo intemperie, de oxido de zinc, para aislamiento de 95 KV BIL, sin entrehierro (gapless), adecuados para instalación a la intemperie, tipo estación, de clase 10 KA, con envoltura en porcelana para montaje en estructura de concreto.

Los pararrayos deberán estar equipados con terminales y accesorios adecuados para conectarlos a la red. Los terminales y los accesorios deberán ser de cobre o de una aleación de cobre.

Todas las partes metálicas de los pararrayos deberán ser de aleación de aluminio, libres de oxidación o en acero galvanizado en caliente.

Los pararrayos se deberán diseñar y construir de acuerdo con la última revisión de las normas IEC 99 ó ANSI C 62.1 y C 62.2 y con las siguientes características técnicas:

- Voltaje nominal del sistema	KV	13.2
- Voltaje máximo del sistema	KV	15.0
- Frecuencia nominal	HZ	60.0
- Corriente nominal de descarga	KA	10.0
- Voltaje máximo de descarga con una onda de corriente 8 X 20 :		
Para 5 KA KV cresta		40.0
Para 10 KA KV cresta		44.0
Para 20 KA KV cresta		47.0
- Método de conexión a tierra directo.		

### 12.3.3 CORTACIRCUITOS CON FUSIBLES.

Los cortacircuitos para media tensión serán monoplares para uso exterior, para operación en vacío, con fusibles y con capacidad continua para corriente nominal. Deberán cumplir con los requerimientos de la Norma IEC Publicación 129 Y 265 y con las Normas ANSI C 37.32

Los cortacircuitos se podrán accionar en forma manual y a distancia mediante pértiga.

Los cortacircuitos deberán diseñarse y construirse de tal manera que tengan las siguientes características:

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

- Voltaje nominal	V	13.200
- Nivel de aislamiento:		
A la onda de impulso	KV	95
A frecuencia industrial	KV	50
- Corriente de cortocircuito	KA	10

Los cortacircuitos se deberán diseñar y fabricar de tal manera que puedan efectuar por lo menos 200 operaciones completas. Cada operación consistente en la apertura y cierre sin que haya necesidad de reemplazar partes por rotura, desgaste excesivo o desajuste.

#### 12.3.4 FUSIBLES.

Los fusibles serán limitadores de corriente de rango total tipo H-H, su capacidad deberá estar de acuerdo con el transformador y soportar la corriente de magnetización del mismo que esta protegiendo y deberán cumplir con las siguientes características:

- Tensión nominal	KV	36 ó 44KV
- Factor del rango del voltaje nominal		1.32
- Tensión nominal de servicio	KV	34.5 ó 44KV
- Nivel de aislamiento:		
A la onda de impulso	KV cresta	110.00
De baja frecuencia	KV	36.00
- Tiempo de interrupción de ciclos		
- Frecuencia nominal	HZ	60.00
- Clase de KVA trifásicos	MVA	0.112
- Corriente de cortocircuito	KA	20 KA
- Capacidad nominal (calculado de acuerdo a la NTC 2050 para la carga actual en el momento de implementar la subestación).		

- Norma IEC-282.1

### **12.3.5 AISLADORES.**

Serán del tipo suspensión, de espigo y tensor. Los aisladores se deberán diseñar y construir como se indica en las Normas ANSI C 29.2 y C 29.9, de acuerdo al nivel de voltaje nominal del sistema en que se instalarán.

#### **12.3.5.1 AISLADORES DE SUSPENSION O PLATO**

Los aisladores serán del tipo "Clevis" - ANSI 52-4.

Deberán ser suministrados completos con sus herrajes metálicos y cumplir con la Norma ANSI C 29.2

Las características de los aisladores no serán inferiores a las establecidas por la Norma ANSI mencionada. El diseño y el acabado deberán ser tales que las interferencias de radio sean mínimas.

Las cadenas de aisladores para retención serán unidades sencillas, de alta resistencia. La resistencia de la cadena de aisladores deberá ser tal que el factor de seguridad no deberá ser menor que 2.5 basado sobre el límite elástico ó 3.5 basado en la carga de falla, cuando el aislador esté soportando la carga de trabajo especificada.

El diseño deberá ser tal que los esfuerzos debidos a la expansión y contracción de cualquier parte del aislador no deberá conducir a la formación de defectos.

Las cadenas de aisladores para retención serán equipadas con eslabones u otros elementos para permitir que la tensión del conductor sea transferida directamente a la cruceta y facilitar el trabajo de mantenimiento sobre la cadena de aisladores.

Los pines retenedores o cerrojos utilizados en los aisladores se deberán fabricar en bronce fosforado u otro material normalizado. Los pines o los cerrojos cuando están colocados deberán ser independientes de la rotación, y la efectividad de la operación del cerrojo deberá ser independiente del grado de apertura aplicada al retenedor o al cerrojo después de la inserción.

#### **12.3.5.2 AISLADORES DE PIN O ESPIGO**

Los aisladores de pin deberán cumplir con los requisitos de la Norma ANSI C 29.5. Los aisladores deberán ser clase ANSI 56-3.

El porta-aislador, las tuercas y la arandela deben ser de acero galvanizado, la rosca donde se monta el aislador deberá ser de plomo. La composición química de los materiales deberá ser tal que garantice la resistencia a ataques ambientales y la resistencia mecánica requerida.

El porta-aislador deberá soportar la tensión de voladizo que le sea transmitida por el aislador, con una deflexión mínima de 10 grados sin presentar deformación permanente y sin falle en la rosca.

El aislador y el porta-aislador deberán adaptarse en tal forma que el porta-aislador no produzca esfuerzos indebidos sobre el aislador.

#### **12.3.5.3 AISLADORES TENSORES.**

Los aisladores tipo tensor, deberán cumplir con las especificaciones dadas por las Normas ICONTEC 696, "Aisladores de porcelana tipo tensor fabricados por el proceso húmedo" o ANSI C 29.4 "Wet Process Porcelain Insulators" (Strain Type).

#### **12.3.6 CRUCETAS.**

Las crucetas y suplementos se deberán fabricar conforme a dimensiones indicadas en los planos. Las perforaciones se harán en los diámetros normalizados y deberán ser perpendiculares a la cara. Todas estas operaciones deberán ser ejecutadas antes del proceso de galvanización en caliente según normas ICONTEC 2076 (ASTM A 153) y deben estar libres de rebabas, áreas sin revestimiento, burbujas, depósitos de escoria, manchas negras y otros tipos de inclusiones que pueden causar interferencia en el uso específico del producto.

Las crucetas de madera se utilizarán para dar apoyo a los aisladores que soportan o agarran los conductores y para dar estabilidad a las estructuras en "H". Las vigas y los cercos se utilizarán para el soporte de equipos. Las maderas utilizadas para la fabricación de las crucetas, vigas y cercos deben ser de la mejor calidad, libres de grietas, nudos, rajaduras, torceduras y sin corteza. En la fabricación deben seguirse las normas ANSI, ASTM, ICONTEC y AWPA correspondientes. El tratamiento debe tener los siguientes procesos. Secado (humedad homogénea máxima al final del 20%) e Inmunización (Norma AWPA P-5 e ICONTEC 1854). Se debe contar con el certificado de conformidad del CIDET.

#### **12.3.6.1 DIAGONALES METALICAS.**

Las diagonales metálicas deberán ser fabricadas en acero galvanizado en caliente que cumpla con los requisitos de la Norma ASTM-A 34 "Structural Steel".

- Esfuerzo mínimo de fluencia  $f_y = 2.520 \text{ kg/cm}^2$  (36.000 psi).
- Esfuerzo mínimo de tensión  $f_u = 4.060 \text{ kg/cm}^2$  (58.000 psi).

Una vez cortadas, ejecutados los dobleces y perforaciones deberán ser galvanizadas conforma a la Norma ASTM A-123 "Zinc (Hot Galvanized) Coating on Products from Rolled Pressed an Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strip".

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

El ángulo utilizado será de 1 1/2" X 1 1/2" X 3/16", en acero calidad A34 (SAE 1020) ó equivalente al contenido 0.25% de carbono, 0.04% máximo de fósforo y 0.05% máximo de azufre y debe ser certificada por el fabricante de acuerdo con las especificaciones mecánicas del material, contenidas en la Norma ICONTEC 422.

Todas las partes deben estar galvanizadas en caliente según normas ICONTEC 2076, (ASTM A 153) y deben estar libres de rebabas, áreas sin revestimiento, burbujas, depósitos de escoria, manchas negras, escoriaciones y otros tipos de inclusiones que puedan causar interferencia en el uso específico del producto.

Se debe pasar a la interventoría un informe sobre:

- Dimensiones geométricas de las diagonales.
- Resultados de las pruebas de galvanizado.
- Resultados de la prueba de tracción.

Esfuerzo máximo.

Esfuerzo de fluencia.

Porcentaje de alargamiento.

- Resultados de la prueba de doblamiento.

Todas las diagonales deberán ser identificadas en una parte visible en bajo relieve con el nombre o símbolo del fabricante.

#### 12.3.6.2 **GUARDACABOS.**

Deberán ser fabricados en lámina de acero calibre No. 10 de acuerdo con la Norma ASTM A 36 "Structural Steel".

- Esfuerzo mínimo de fluencia  $f_y = 2.520 \text{ kg/cm}^2$  (36.000 psi).
- Esfuerzo mínimo de tensión  $f_u = 4.060 \text{ kg/cm}^2$  (58.000 psi).

La galvanización deberá hacerse con inmersión en caliente y de acuerdo con la Norma ASTM A-153 "Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware".

Los guardacabos se deben fabricar en lámina de acero ICONTEC, grado A17 ó equivalente y que cumpla con las especificaciones de la norma ICONTEC 6 y deben ser galvanizadas en caliente, según normas ICONTEC 2076 (ASTM A 153) y deben estar libres de rebabas, áreas sin revestimiento, burbujas, depósitos de escoria, manchas negras, escoriaciones y otros tipos de inclusiones que puedan causar interferencia en el uso específico del producto.

Se deba pasar a la interventoría un informe sobre:

- Dimensiones geométricas de los guardacabos.
- Resultados de las pruebas del galvanizado, espesor y adherencia.

Todos los guardacabos deberán ser identificados en una parte visible en bajo relieve con el nombre o símbolo del fabricante.

#### **12.3.6.3 GRAPA PRENSORA DE TRES TORNILLOS.**

Las grapas con elementos formados por dos placas-mordazas, que tienen dos ranuras paralelas, con el fin de obtener una mayor sujeción del cable del templete y la acción de amarre es generada por la presión de las tuercas en la grapa, obteniéndose una sólida unión tornillos, placa, cable y tuercas.

Podrán ser fabricadas en:

- Platino de acero estampada calidad A 34 ICONTEC (SAE 1020).
- Fundición de acero clase SAE 1050 ó similar.
- Fundición modular clase ASTM A 339-55 ó similar.

Todas sus partes deben ir galvanizadas en caliente según normas ICONTEC 1076 (ASTM A 153) y deben estar libres de rebabas, áreas sin revestimiento, burbujas, escoriaciones y otros tipos de inclusiones que puedan causar interferencia en el uso específico del producto.

Se debe pasar un informe a interventoría sobre:

- Dimensiones de la muestra.
- Resultado de la prueba de galvanizado.
- Certificado de la calidad del material.
- Resultado de la prueba de deslizamiento.

Todas las grapas deberán ser identificadas en una parte visible en bajo relieve con el nombre o símbolo del fabricante.

#### **12.3.6.5 COLLARINES.**

Los collarines deberán ser fabricados en platina de acero galvanizado en caliente que cumpla con los requerimientos de la Norma ASTM-A 36. "Structural Steel".

- Esfuerzo mínimo de fluencia  $f_y = 2.520 \text{ kg/cm}^2$  (36.000 psi).

- Esfuerzo mínimo de tensión  $f_u = 4.060 \text{ kg/cm}^2$  (58.000 psi).

Una vez cortados, ejecutados los dobleces y perforaciones deberán ser galvanizados de acuerdo a la Norma ASTM A 153 "Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware".

#### **12.3.6.6 PERNOS Y ESPARRAGOS.**

Los espárragos, pernos de carriare o carruaje y los pernos de máquina deberán ser de acero galvanizado en caliente, calidad SAE 1020 ó Norma ICONTEC 1709 o equivalente.

- Esfuerzo mínimo de fluencia  $f_y = 2.520 \text{ kg/cm}^2$  (36.000 psi).
- Esfuerzo mínimo de tensión  $f_u = 4.060 \text{ kg/cm}^2$  (58.000 psi).

Una vez cortados, ejecutados los dobleces y perforaciones deberán ser galvanizados de acuerdo a la Norma ASTM A 153 "Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware".

Las dimensiones básicas de los pernos y tuercas deberán ser normalizadas. La rosca podrá ser ordinaria, UNC.

Los pernos y tuercas hexagonales deberán ser del mismo tipo de acero, en cuanto a resistencia mecánica y composición química.

Los pernos de máquina deberán tener cabeza hexagonal y cumplir con la Norma de la "American National Standard for Square Neck Bolts", ANSI B 18.2.1.

La cabeza de los pernos de Carriage deberá ser de acuerdo con lo establecido en la "American Standard Round Head Square Neck Bolts", ANSI B 18.5

Las tuercas serán galvanizadas por inmersión en caliente y deberán cumplir con las especificaciones dadas en la Norma ICONTEC 2076 (ASTM A 153) y deben estar libres de rebabas, burbujas, depósitos de escoria, manchas negras, escoriaciones y otros tipos de inclusiones que puedan causar interferencia en el uso específico del producto.

#### **12.3.6.7 ESPIGOS.**

El espigo, las tuercas y las arandelas deberán ser de acero galvanizado en caliente, la rosca donde se monta el aislador deberá ser de plomo. Los materiales en cuanto a composición química y la resistencia mecánica mínima requerida en estas especificaciones.

La resistencia última en voladizo deberá ser de 900 kgf. Resistencia última en voladizo ("Cantilever") es la mínima fuerza horizontal transmitida por el aislador al espigo, para la cual la deflexión del espigo es de 10 grados sin presentar deformaciones permanentes y sin falla de la rosca.

Los espigos son para ser acoplados con aisladores tipo pin. El aislador y el espigo (porta-aislador) deberán adaptarse en tal forma que el porta aislador no produzca esfuerzos indebidos sobre el aislador.

#### **12.3.6.8 ESPIGOS PARA PUNTA DE POSTE.**

La lámina y la varilla deberán ser en acero galvanizado en caliente y la rosca en plomo. Los materiales deberán cumplir con normas pertinentes de la ASTM en cuanto a composición química y resistencia mecánica, de tal forma que se obtengan resistencias a ataques ambientales y la resistencia mecánica aquí especificada.

La resistencia última en voladizo deberá ser de 900 kgf. Resistencia última en voladizo ("Cantilever") es la mínima fuerza horizontal transmitida por el aislador al espigo, sin que se presenten deformaciones permanentes y sin falla de la rosca.

Deberán ser galvanizados, por inmersión en caliente conforme a la Norma ASTM A 153 "Zinc Coating (Hop-Dip) on Iron and Steel Hardware".

Los espigos para punta de poste son para ser usados con aisladores tipo pin. El aislador y el espigo deberán adaptarse de tal forma que el espigo no produzca esfuerzos indebidos sobre el aislador.

#### **12.3.6.9 TUERCAS DE OJO ALARGADO.**

Las tuercas de ojo alargado deberán ser fabricadas en acero forjado, calidad SAE 1030 con una resistencia mínima de rotura de 9.000 kgf.

Las tuercas de ojo alargado son para ser usadas con espárragos o con pernos de máquina o grapas de retención.

Todas las tuercas deberán ir galvanizadas en caliente según Normas ICONTEC 2076 (ASTM A 153) y deben estar libres de rebabas, áreas sin revestimiento, burbujas, depósitos de escoria, manchas negras, escoriaciones y otros tipos de inclusiones que puedan causar interferencia en el uso específico del producto.

Se debe pasar informe a la interventoría sobre:

- Dimensión de la muestra.
- Resultado de la prueba de galvanizado.
- Análisis químico del material.
- Resultado de la prueba de carga.
- Carga mínima.

#### 12.3.6.10 GRAPA TIPO GRILLETE.

Deberán ser fabricadas en acero, calidad SAE 1030, laminado en caliente (Hot Rolled).

- Esfuerzo mínimo de fluencia  $f_y = 2.590 \text{ kg/cm}^2$  (37.000 psi).
- Esfuerzo mínimo de tensión  $f_u = 4.760 \text{ kg/cm}^2$  (68.000 psi).

El galvanizado deberá hacerse por inmersión en caliente y de acuerdo con la Norma ASTM A 153 "Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware".

#### 12.3.6.11 ARANDELAS CUADRADAS, REDONDAS Y PRESION.

La arandela cuadrada plana y la redonda deberán ser en acero y que cumpla con las especificaciones de la Norma ICONTEC 1730 y 1731. Se conformarán en frío por el proceso de troquelado y en el caso de las arandelas de presión deben ser sometidas a un tratamiento térmico que comprende temple y revenido.

Se conformarán en forma, dimensiones y tolerancias de acuerdo a lo indicado con las normas (LA 780, 781 y 782).

Las arandelas de presión deberán cumplir con los requisitos de elasticidad y resistencia a la torsión según Norma ICONTEC 1761.

Todas las arandelas deben ser galvanizadas por inmersión en caliente y deben estar libres de rebabas, cascarillas sueltas, filos agudos y defectos superficiales.

Se debe presentar un informe a interventoría sobre:

- Dimensión de la muestra.
- Resultado de las pruebas de galvanizado.
- Resultado de las pruebas mecánicas en las arandelas de presión.

Deberán ser galvanizados conforme a la Norma ASTM a 153 "Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware"

#### 12.3.6.12 VARILLAS DE ANCLAJE Y PERNOS DE OJO.

Acero ASTM A 242 "High Strength Low-Ally Structural Steel" grado 950.

- Esfuerzo mínimo de fluencia  $f_y = 3.150 \text{ kg/cm}^2$  (45.000 psi).
- Esfuerzo mínimo de tensión  $f_u = 4.690 \text{ kg/cm}^2$  (67.000 psi).

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

La galvanización se hará conforma a la Norma ASTM A 153 "Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware".

Deberán ser fabricados en acero y que cumplan con las especificaciones de la Norma ICONTEC 858 grado 1 o equivalente, con contenido de 0.28% máximo de carbono, 0.048% máximo de fósforo y 0.058% máximo de azufre.

La soldadura debe ser del tipo 6013, continua y no debe presentar porosidades.

La varilla de anclaje se suministrará con tuerca hexagonal (LA 795) y arandela de la cuadrada (LA 780).

La varilla de anclaje y el perno de ojo se conformarán en forma, dimensiones y tolerancias de acuerdo con las indicadas (LA 745 y LA 800).

Todas las varillas de anclaje y pernos de ojo deberán ir galvanizadas en caliente según Norma ICONTEC 2076 (ASTM A 153) y deben estar libres de rebabas, áreas sin revestimiento, burbujas, depósitos de escoria, manchas negras, escoriaciones y otros tipos de inclusiones que puedan causar interferencia en el uso específico del producto.

Se debe presentar a la interventoría un informe sobre:

- Dimensiones geométricas de las varillas o pernos de ojo.
- Resultados de las pruebas de galvanizado.
- Análisis químico del material.
- Dureza en el núcleo de la varilla o perno de ojo, máximo 100 HRC.
- Carga mínima señalando la zona de falla.

Todas las varillas y pernos de ojo deberán ser identificados en una parte visible en bajo relieve con el nombre o símbolo del fabricante.

#### **12.3.6.13 RETENIDAS.**

Las retenidas se utilizan para contrarrestar las tensiones horizontales desequilibradas en los apoyos originadas por tensiones desequilibradas en vanos adyacentes, por operaciones de tendido en estructuras de retención, por rotura de conductores y las fuerzas transversales debidas al viento y al ángulo de deflexión de la línea. Deben quedar alineadas con el eje de la red o en la bisectriz del ángulo formado por la línea.

Los templetos se construyen con cable de acero galvanizado super GX de 3/8", 7 alambres, libres de asperezas e imperfecciones que no sean consistentes con la buena practica comercial, grado extra alta resistencia, tensionado y amarrado con grapas prensoras (4), rematando el cable sobrante con hilos en espiral del mismo cable

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

(entizado), tanto en la parte superior como en la inferior, dejando sus hilos totalmente rematados. Para la unión con el ojo de la varilla de anclaje se utiliza un guardacabo que facilite el paso y corta la curvatura pronunciada o el vano de los hilos del cable.

Para los templete que requieren de varilla de anclaje ésta se colocará en posición inclinada en la misma dirección del cable y fijada a una vigueta de concreto.

Para la instalación de la vigueta se hará una excavación de 1.45 X 0.8 X 0.4 m. de profundidad y se deben estabilizar concretandolas (concreto ciclópeo) en su base (zapata) con una franja de 50 cm desde el fondo del hueco para aumentar su área de contacto con el terreno.

Existen varios tipos de retenidas de acuerdo a la necesidad.

- **Directo a tierra (poste a varilla de anclaje).**

Es el templete de mayor uso en la construcción de redes, es económico y contrarresta los esfuerzos a que es sometido el poste. Para que cumpla una buena función, la cabeza de la varilla de anclaje debe sobresalir entre 10 a 15 cms. y se debe colocar a una distancia del poste de 1/3 de la altura del piso al punto superior del amarre del templete, donde van las dos vueltas de cable de 3/8" alrededor del poste.

En todas las retenciones poste a varilla de anclaje, se instalará por seguridad, aisladores tipo tensor.

- **Poste a poste.**

Esta retención utiliza un poste auxiliar para sujetar el cable de acero y éste no puede quedar a una altura del piso menor de 5.4 metros por encima de vías carretables. Se utilizará cable de acero galvanizado super GX de 3/8", cuatro grapas prensora de tres tornillos, aislador tipo tensor, dos abrazaderas sin salida.

## ESPECIFICACIONES TECNICAS REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

### SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

De acuerdo a lo solicitado en los planos y cantidades de obra de cada proyecto en particular, los sistemas constructivos a emplear se anexan a continuación:

CODENSA O EEEB

1. LA 202 –CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO –CONSTRUCCION TANGENCIAL

2. LA 203 –CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO –CONSTRUCCION TANGENCIAL EN ANGULO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION  
DOCUMENTO INTERNO DE LA DIRECCION DE INGENIEROS

Fecha de emisión 16 de Mayo de 2005

Versión 00

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

3. LA 206 –CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO –CAMBIO DE ANGULO A 90° CON RETENCION HORIZONTAL.
4. LA 211 –FINAL DE CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO.
5. LA 213 –RETENSION DOBLE SIMETRICA DE CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO
6. LA 218 –CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO TERMINAL CON DERIVACION LARGA DE CABLE TRIPLEX (MAYOR DE 100 METROS).
7. LA 302 –CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO (Red abierta con percha porta-aislador – EEEB).
8. LA 304 –CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO Y ALUMBRADO PUBLICO, PARA CUALQUIER CONFIGURACION DE CIRCUITO PRIMARIO (Red abierta con percha porta-aislador – EEEB).
9. LA 306 –CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO CONSTRUCCION ANGULAR A 90° (Red abierta con percha porta-aislador – EEEB).
10. LA 309 –CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO CON DERIVACION A 90° (Red abierta con percha porta-aislador – EEEB).
11. LA 311 – FINAL DE CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO (Red abierta con percha porta-aislador – EEEB).
12. LA 315 –CIRCUITOS SECUNDARIOS SENCILLOS PASES AEREOS (Red abierta).
13. LA 353 –CIRCUITO SECUNDARIO Y ALUMBRADO PUBLICO DE AVENIDAS –TIPO V-4 (Red abierta con percha porta-aislador – EEEB).
14. LA 356 –ACOMETIDAS DE BAJA TENSIÓN (Red abierta).
15. LA 402 –ACCESORIOS PARA PUESTA A TIERRA INSTALACION EXTERIOR AL POSTE
16. LA 404 –CONEXIÓN A TIERRA DEL NEUTRO DE UN CIRCUITO SECUNDARIO EXTERIOR AL POSTE.
17. LA 411 –RETENIDA TERMINAL O EN ANGULO POSTE A VARILLA DE ANCLAJE
18. LA 353 –TEMPLETE POSTE A POSTE
19. LA 421 –CIRCUITOS PRIMARIOS PASES AEREOS (EEEB).
20. LA 423 –AMARRES SECUNDARIOS
21. LA 500 –MONTAJE DE TRANSFORMADOR EN POSTE CON FINAL DE CIRCUITO (Red abierta EEEB).

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

22. LA 501 –MONTAJE DE TRANSFORMADOR EN POSTE (EEEE).
23. LA 503 –MONTAJE DE TRANSFORMADOR TRIFASICO EN ESTRUCTURA TIPO H (EEEE).
24. LA 603 –SUBESTACION INDUSTRIAL 34,5 Kv TIPO EXTERIOR EN DERIVACIÓN (EEEE). CTU 602/603 (CODENSA).
25. LA 740 –ESTRIBO PARA MEDIA TENSIÓN (EEEE)
26. LA 741 –ESTRIBO PARA BAJA TENSIÓN (EEEE)
27. LA 747 –FUSIBLES (EEEE).
28. CS274 –CAJA DE INSPECCION DE 60X60X60 CMS
29. CS275 –CAJA DE INSPECCION SENCILLA PARA CANALIZACION DE MT Y BT
30. CS276-CAJA DE INSPECCION DOBLE PARA CANALIZACION DE MT Y BT
31. CS400-DUCTO PARA CAMBIO DE CIRCUITO AEREO A SUBTERRANEO.
32. CS503 –CELDA DUPLEX VISTA FRONTAL (EEEE). CTS503 (CODENSA).
33. CS509-CELDA TRANSFORMADOR (EEEE). CTS509 (CODENSA).
34. CS548-PUERTA METALICA PARA LOCAL DE SUBESTACIÓN (EEEE). CTS548 (CODENSA).
35. LA 009 –CIMENTACION DE POSTES
36. LA 220 –CIRCUITO PRIMARIO SENCILLO CRUCE SUBTERRANEO DE VIAS
37. LAR 285 –LINEA RURAL 13,2 -11,4 kv MONTAJE DE REGULADORES EN DELTA ABIERTA.
38. CTR 634 –CENTRO DE TRANSFORMACION RURAL 34,5 kv OBRA CIVIL CANALETAS Y CIMENTACIONES PATIO DE CONEXIONES
39. AE343 –MEDIDA EN 11,4 -13,2 -34,5 kv DE ACOMETIDA AEREA
40. AE344 – BASE Y FOSO PAR CELDA DE MEDIDA TIPO INTEMPERIE DE 11,4 – 13,2 – 34,5 KV.
41. AE340-1 DIAGRAMAS UNIFILARES PARA ACOMETIDAS Y MEDIDA EN M.T. Y 34,5 KV (ZONA RURAL).
42. AE328 – CELDA DE MEDIDA EN 11,4 Y 13,2 kv TIPO INTEMPERIE.
43. AE320 –CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO CONSTRUCCION EN LINEA.
44. AE321 –FINAL DE CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

- 45. LA326 –SALIDAS SUBTERRANEAS DE B.T. A RED AEREA EN CONDCUTOR TRENZADO
- 46. LA327 –CIRCUITO SECUNDARIO EN RETENCION DOBLE CON CONDUCTOR TRENZADO DE B.T.
- 47. LA328 –MONTAJE DE CAJA DE BARRAJES ADICIONAL PARA CONEXIÓN DE ACOMETIDAS.
- 48. LA329 –CIRCUITO SECUNDARIO SENCILLO EN CONDUCTOR TRENZADO CON A.P.

ELECTRICARIBE-ELECTROCOSTA (ARCHIVO 06-CBD-LABT V4.0)

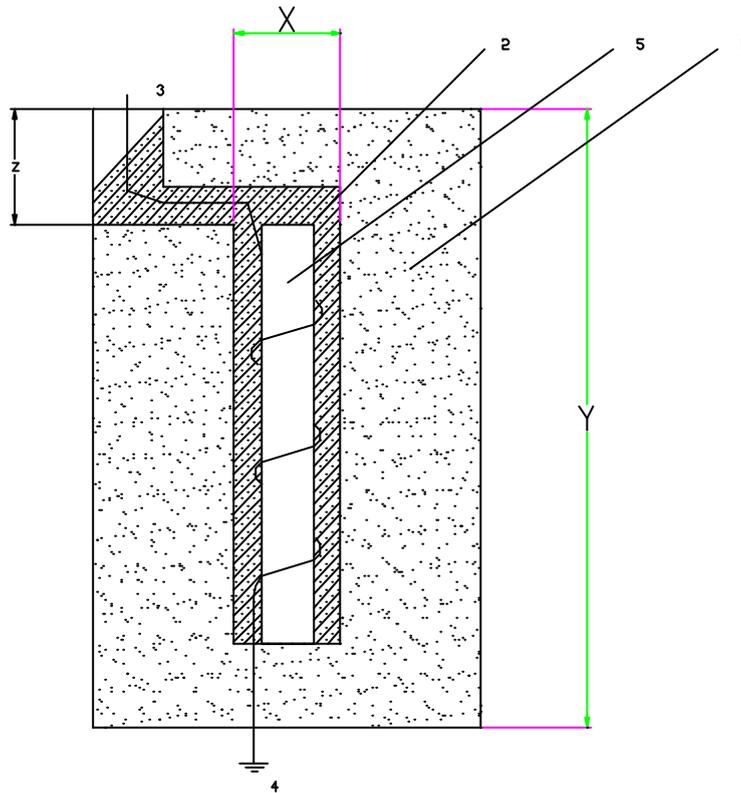
- 49. PC0230010 –APOYOS DE CONCRETO (HORMIGON)
- 50. PC0430010 –ARMADO SIMPLE TRIFASICO HORIZONTAL ALINEACION Y ANGULO <math><5^{\circ}</math>
- 51. PC0430020 –ARMADO SIMPLE TRIFASICO HORIZONTAL ANGULO DE -
- 52. PC0430030 –ARMADO SIMPLE TRIFASICO HORIZONTAL ANACLAJE Y ANGULO ,  A
- 53. PC0430040 –ARMADO SIMPLE TRIFASICO HORIZONTAL CON ANGULO DE
- 54. PC0430050 –ARMADO SIMPLE TRIFASICO HORIZONTAL FIN DE LINEA
- 55. PC0430110 –ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO BANDERA ALINEACION Y ANGULO <math><5^{\circ}</math>
- 56. PC0430120 –ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO BANDERA con angulo de -.
- 57. PC0430130 –ARMADO SIMPLE CIRCUITOTRIFASICO BANDERA ANCLAJE Y ANGULO DE ,  A .
- 58. PC0430140 –ARMADO SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO BANDERA FIN DE LINEA
- 59. PC0830030-DERIVACION TRIFASICA CON PROTECCION PASO AEREO –SUBTERRANEO
- 60. PC0930010 –RETENIDA PARA SIMPLE CIRCUITO TRIFASICO FIN DE LINEA
- 61. PC3130010 –PUESTA A TIERRA SIMPLE
- 62. PC3130020 –PUESTA A TIERRA EN ANILLO CERRADO
- 63. PC1430010 –ARMADO BT ALIN. Y ANGULO HASTA - 64. PC1430020 –ARMADO BT ANCLAJE Y ANGULO DE

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

65. PC1430060 –MONTAJE CAJA DE DERIVACION MONOFASICA O TRIFASICA (FIJACION CON TORNILLOS O FIJACION CON CINTA Y HEBILLA AC INOXIDABLE)
66. PC1430030 –ARMADO BT FIN DE LINEA PARA NEUTRO FIADOR EN POSTE DE MT O BT
67. PROCESO CONSTRUCTIVO DE POZO DE PUESTA A TIERRA SEGÚN HIDROSOLTA ( PARA MAYOR AYUDA CADA EMPAQUE DEL PRODUCTO VIENE CON SU ESPECIFICACION DE USO) – NOTA: PUEDE EMPLEARSE OTRO PRODUCTO DE CARACTERÍSTICAS SIMILARES, EL CUAL DEBE SER APROBADO POR LA INTERVENTORIA.

DETALLE PROCESO CONSTRUCTIVO DE POZO DE PUESTA A TIERRA SEGÚN HIDROSOLTA

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS



PARA 90 kg DE HIDROSOLTA  
Resistencia del terreno menor 70 ohm - metro

1. Suelo natural
  2. Hidrosolta
  3. Cable de cobre o platina de área similar. Cu 2/0, 6m
  4. Varilla de puesta a tierra
  5. Tronco de madera  $\varnothing$  15-18 cm 120cm
- X. 30 cm  
Y. 170 cm  
Z. 40 cm

## INSTALACION

EL foso se debe cavar en la dirección donde la medida de resistencia (R) sea menor y en un sitio de fácil disposición de trabajo.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION  
DOCUMENTO INTERNO DE LA DIRECCION DE INGENIEROS  
Fecha de emisión 16 de Mayo de 2005  
Versión 00

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
EJERCITO NACIONAL  
DIRECCIÓN DE INGENIEROS

Cavar un hueco de aproximadamente 25-30 cm de diámetro y 180 cm de profundidad.

Enterrar la varilla de puesta a tierra (a la cual se le conecta firmemente el cable de cobre) en la profundidad del foso muy cerca de su periferia. Tal cable debe quedar formando tres o cuatro espiras en el foso para luego conectar firmemente con las protecciones del equipo. Esta varilla se clava

Colocar el poste de madera centrado en el foso, dentro de las cuatro espiras evitando el roce del cable con el poste de madera. El poste de madera se deja en el foso.

La periferia del foso debe cubrirse con una mezcla suave del suelo artificial y agua (aprox 3kg de suelo artificial disueltos en un balde con agua).

Llenar el anillo formado entre la periferia del foso y el núcleo de madera con el suelo artificial mezclado con agua, hasta llegar a la consistencia de una salsa y dejando libres los últimos 40 cm.

Para obtener una mezcla homogénea se debe picar el material en porciones de 30 kg en una batea y luego adicionar agua mezclando fuertemente.

Hacer una excavación de aproximadamente 40 cm de profundidad por 5 cm de ancho desde el foso hasta el poste donde se encuentra el equipo, con el fin de llevar el cable de cobre envuelto en medio de una capa de suelo artificial.

Rellenar con suelo natural los últimos 40 cm de foso, compactando suavemente al principio y firmemente al final. Se hace de igual manera con el canal por donde va el cable de cobre hacia el equipo.